



EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Hanna-Stiina Pettai

**RISTÕIELISTE ÕLIKULTUURIDE HAIGUSED
SÕLTUVALT LIIGIST JA VÄETAMISEST**

**DISEASES OF CRUCIFEROUS OILSEED CROPS DEPEND ON
PLANT SPECIES AND ON FERTILIZATION**

Bakalaureusetöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendajad: Eve Runno-Paurson, dotsent

Peeter Lääniste, *MSc*

Tartu 2021

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006			
Autor: Hanna-Stiina Pettai		Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine	
Pealkiri: Ristõieliste õlikultuuride haigused sõltuvalt liigist ja väetamisest			
Lehekülgi: 48	Jooniseid: 16	Tabeleid: 1	Lisasid: 1
Osakond / Õppetool: Taimekasvatuse ja taimebioloogia ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Taimekasvatus, B390 Juhendaja(d): Eve Runno-Paurson, dotsent ja Peeter Lääniste, MSc Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2021			
<p>Antud bakalaureusetöö põhieesmärgiks oli välja selgitada, kas leidub kahele levinumale Eestis kasvatatavatele õlikultuuridele nagu suviraps ja suvirüps alternatiive, mis võiksid olla haigustele vähem vastuvõtlikumad ja saagikamad? Täpsemalt uuriti: 1) kas väetamine mõjutab erinevate ristõieliste kultuuride haigestumist kapsa-ebajahukastesse, kapsa-jahukastesse ja ristõieliste kuivlaiksusesse ning selle kahjustuse määra?; 2) kas väetamine ja erinevate haiguste kahjustus mõjutavad uuritavate ristõieliste kultuuride saagikust?</p> <p>Antud katse rajati 2020. aastal Eesti Maaülikooli Rõhu katsejaama Eerika katsepõllule. Võrreldavateks kultuurideks olid: suvirüps, suviraps, valge sinep, õlirõigas, õlituder. Nende väetatud ja väetamata variandid.</p> <p>Katsest selgus, et väetatud õlikultuurid olid küll üldjuhul tervemad, kuid siiski nakatas kapsa-ebajahukaste väetatud suvirüpsi lehestikku rohkem kui mitteväetatud variandil. Kapsa-jahukaste sümptomeid oli rohkem märgata õlitudra väetatud variandi vartel ning suvirapsi väetatud variandi lehtedel, kuid kapsa-jahukaste nakkus kulmineerus ikkagi suvirapsi kontroll variandi vartel. Ka õlitudra väetamata variant andis rohkem saaki kui väetatud taimik, teiste kultuuride saagid olid tunduvalt kõrgemad väetatud katsevariantidel. Katse tõestas, et põhilistele Eestis kasvatatavatele õlikultuuridele nagu suviraps ja suvirüps leidub alternatiive. Õlituder ja valge sinep olid kõrge saagikustega</p>			

ning haigustele vastupidavamad. Õlirõika miinuseks oli kasvuperioodi lõpus tugevalt lamandumine.

Märksõnad: suviraps, suvirüps, õlirõigas, õlituder, valge sinep

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Hanna-Stiina Pettai		Curriculum: Production and Marketing of Agricultural Products	
Title: Diseases of cruciferous oilseed crops depend on plant species and on fertilization			
Pages: 48	Figures: 16	Tables: 1	Appendixes: 1
Department / Chair: Chair of Crop Science and Plant Biology Field of research and (CERC S) code: Crop production, B390 Supervisors: Eve Runno-Paurson, Assoc. Prof and Peeter Lääniste, MSc Place and date: Tartu, 2021			
<p>The aim of this bachelor's thesis was to identify, if there are any alternative cruciferous cultures in Estonia to main crops spring oilseed rape and spring turnip rape, what may be more resistant to different diseases and more productive? Specifically researched two aspects: 1) whether fertilization can affect different cruciferous cultures diseases like downy mildew, powdery mildew and dark leaf spot?; 2) whether fertilization and different diseases damages can affect cruciferous cultures yield in this study?</p> <p>This field trial was created in 2020 on the field in Eerika, Rõhu test station at Estonian University of Life Sciences. In this study were compared spring oilseed rape, spring turnip rape, oilseed radish, camelina, white mustard fertilized and control versions.</p> <p>The research revealed, that fertilized cultures were in general more resistant to diseases, but still downy mildew was more found on fertilized spring turnip rape leaves than on control version. Powdery mildew symptoms were more notice on fertilized camelina stems and on spring oilseed rape leaves, but still powdery mildew culminated on spring oilseed rape control version stems. Also camelina control version gave more yield than fertilized, others cultures yields were higher on the fertilized plants. This experiment proved that two main grown cruciferous cultures as spring oliseed rape and spring turnip rape there are alternative cultures. Camelina and white mustard were with good yields and</p>			

more resistant to diseases. Disadvantage to oilseed radish was strong lodging at the end of the growing season.

Keywords: spring oilseed rape, spring turnip rape, oilseed radish, camelina, white mustard

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	9
1.2. Õlikultuuride tähtsus.....	9
1.3. Traditsiooniliste ja alternatiivsete ristõieliste õlikultuuride kirjeldus.....	10
1.3.1. Suviraps (<i>Brassica napus</i> L., var. <i>oleifera</i> subvar. <i>annua</i>)	10
1.3.2. Suvirüps (<i>Brassica rapa</i> L. var. <i>oleifera</i> subvar. <i>annua</i>)	10
1.3.3. Valge sinep (<i>Sinapis alba</i>)	11
1.3.4. Õlituder (<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz)	11
1.3.5. Õlirõigas (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleifera</i> Metzg)	12
1.4. Ristõieliste õlikultuuride agrotehnika	12
1.4.1. Kasvunõuded.....	12
1.4.2. Külvitehnoloogia.....	13
1.4.3. Väetamistehnoloogia.....	14
1.5. Enamlevinud ristõieliste õlikultuuride haigused.....	15
1.5.1. Kapsanuuter (<i>Plasmodiphora brassicae</i>)	15
1.5.2. Kapsa-ebajahukaste (<i>Peronospora parasitica</i>)	16
1.5.3. Kapsa-jahukaste (<i>Erysiphe cruciferarum</i>)	17
1.5.4. Ristõieliste mustmädanik ehk fomoos (<i>Leptosphaeria maculans</i>)	17
1.5.5. Ristõieliste valgemädanik (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>).....	19
1.5.6. Ristõieliste kuivlaiksus (<i>Alternaria brassicae</i>)	20
1.5.7. Vertitsilloosne närbumistõbi (<i>Verticillium longisporum</i>)	21
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	23
2.1. Põldkatse kirjeldus	23
2.2. Katseperioodi ilmastik	24
2.3. Statistiline andmeanalüüs	26
3. TULEMUSED JA ARUTELU	27
KOKKUVÕTE	40
KASUTATUD KIRJANDUS	42

SISSEJUHATUS

Õlikultuuride tähtsus maailmas järjest kasvab, sest nende taimede seemnete töötlemisel saadud õli on väga oluline produkt. Taimset õli on võimalik kasutada toiduaine-, kosmeetika-, ravimi- ja naftatööstustes ning mujalgi. Õlikultuuride töötlemise tulemusena tekkinud jääke saab kasutada loomasöödana või kasutada seda veel teisteski valdkondades.

Ristõieliste õlikultuuride kasvatamine maailmas on tõusvas joones, kuid iga aastaga muutub see keerulisemaks. Taimekahjureid ja patogeene on palju ning neid tekib pidevalt juurde, muutudes agressiivsemaks ning seeläbi raskemini kontrollitavateks.

Käesoleva bakalaureusetöö esimene osa annab ülevaate Eestis kasvatavatest peamistest õlikultuuridest nagu suviraps, suvirüps ning alternatiivsetest õlikultuuridest nagu valge sinep, õlituder ja õlirõigas. Bakalaureusetöös antakse ülevaade nende õlikultuuride viljelusvõtetest ning suuremat kahju tekitavatest taimehaigustest. Töö teises osas analüüsitakse tehtud põldkatset ning sellest saadud tulemusi.

Bakalaureusetöö põhieesmärgiks oli välja selgitada, kas kahele levinumale Eestis kasvatatavatele õlikultuuridele nagu suviraps ja suvirüps leidub alternatiive, mis võiksid olla haigustele vähem vastuvõtlikumad ja saagikamad? Täpsemalt uuriti: 1) kas väetamine mõjutab erinevate ristõieliste kultuuride haigestumist kapsa-ebajahukastesse, kapsa-jahukastesse, ristõieliste kuivlaiksusesse ning selle kahjustuse määra?; 2) kas väetamine ja erinevate haiguste kahjustused mõjutavad uuritavate ristõieliste kultuuride saagikust?

Töö hüpoteesideks on: 1) väetatud taimed on haigustele vähem vastuvõtlikumad ja saagikamad kui väetamata taimed; 2) suvirüpsile ja suvirapsile võib leiduda alternatiive, mis võiksid olla haigustele vastupidavamad ja saagikamad.

Uurimustööks rajati 2020. aastal Eerikale põldkatse viie erineva ristõielise õlikultuuriga: suviraps 'Kaldera', suvirüps 'Cordelia', valge sinep 'Braco', õlituder 'Ligena' ja õlirõigas 'Bille'. Katses hinnati ristõieliste taimede haiguste nagu: kapsa-ebajahukaste, kapsa-jahukaste ja ristõieliste kuivlaiksuse esinemist vastavalt väetamata ja väetatud taimikul, kasvuperioodi 14 nädala jooksul. Haigusvaatlusi tehti sagedusega üks kord nädalas. Andmete analüüs teostati programmiga Statistica 13 (Quest Software Inc), kasutades dispersioonianalüüsi.

Suured tänusõnad dotsent Eve Runno-Paursonile, kes oli suureks abiks ja toeks antud bakalaureusetöö koostamisel. Veel tänan Peeter Lääniste't katsepõllu tööde abistamisel ning Viacheslav Eremeev'it, kes oli toeks andmete statistilisel analüüsimisel.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.2. Õlikultuuride tähtsus

Õlikultuurid, k.a. ristöielised, on saanud olulise tähtsusega kasvatavateks põllukultuurideks. Põhiproduktiks on seemnetes sisalduv õli, mille kvaliteet ja õlisisaldus varieeruvad. Olenevalt kultuuridest (sortidest) ja agrotehnikast muutuvad erinevad kvaliteedi näitajad. Pärast õli pressimist saab õlikultuuride jääke kasutada loomasöödana, mis on väga proteiinirikkad. Kõrvalsaadusi on võimalik töödelda erinevalt, mis muudab nende kasutusvaldkonda laiemaks (Mailer 2004). Taimeõli on veel maailmas väga olulisel kohal ökonoomilise produktina, sest seda saab kasutada kütteks ja määrdeaineks fossiilse maaõli asemel (Kaarli 2003).

Õlikultuuride töötlemiseks kasutatakse erinevaid võtteid, saades erisuguste väärtustega ja kasutusvõimalustega õlisid. Üheks on kuumpressitud õli, mida nimetatakse toorõliks. Seda on mehaaniliselt töödeldud 95-105 °C juures ning seejärel kasutatakse saadust toidu valmistamiseks, mille kõrvalsaadus rapsikook on loomadele heaks söödaks. Madalamatel kraadidel (40-50°C) mehaaniliselt töödeldes on võimalik saada külmpressitud õli, mis on kvaliteetsem kui kuumpressitud õli. Kvaliteetse toiduõli eesmärgil pressitakse mehaaniliselt ühe korra, kui eesmärgiks ei ole kvaliteetne toiduõli võib töödelda ka mitu korda (Laikoja *et al.* 2019).

Õlikultuure kasvatatakse laialdaselt üle terve maailma. Põhilised õlikultuurid, mida kasvatatakse on sojauba, raps, puuvillaseemned, maapähklid, päevalilleseemned, õlipalm (FAO 2020). Eesti tähtsamad õlikultuurid on raps ja rüps, vähem levinud õlitaimeid on õlituder ja õlilina (Laikoja *et al.* 2019).

1.3. Traditsiooniliste ja alternatiivsete ristõieliste õlikultuuride kirjeldus

1.3.1. Suviraps (*Brassica napus* L., var. *oleifera* subvar. *annua*)

Raps on ristõieliste (*Brassicaceae*) sugukonna ja kapsasrohu (*Brassica*) perekonna liige, millest tuleneb taime teine nimetus õlikaalikas (*Brassica napus oleifera*) (Kaarli 2003). Raps on laialt levinud põllukultuur, mida on võimalik kasvatada erinevates kliimaatilistes piirkondades ja erinevatel põllumuldadel. Rapsi saagikvaliteeti hinnatakse õlisisalduse kaudu (Oilseed rape...1980). Rapsi taimed on võimelised kasvama kuni 1,5 meetri kõrguseks. Lehtede värvus on rapsil sinakasroheline, lehepind sile ja suur (Callihan *et al.* 2000).

Kultuurile on iseloomulik nii risttolmlemine kui ka isetolmlemine, on täheldatud, et risttolmlemisega ulatub saagikus ja seemne õlisisaldus kõrgemale ning seemned valmivad ühtlasemalt (Riis, Karise 2015). Õitsemise ajal asetsevad kinnised õiepungad õitsevatest ülevalpool. Kroonlehed on 7-11 mm pikkused, kollase värvusega (Callihan *et al.* 2000). Rapsi seemned on tumeda värvusega varieerudes tumepruunist mustani ning on koristamisel kerged varisema (Kaarli 2003). Seemnete õlisisaldus ulatub 40%-ni või rohkem (Raymer 2002). Kõdrad asetsevad külgvõrsetel enamasti horisontaalselt (Kaarli 2003).

1.3.2. Suvirüps (*Brassica rapa* L. var. *oleifera* subvar. *annua*)

Rüps on kapsasrohu (*Brassica*) perekonda kuuluv õlikultuur (Kaarli 2003). Rüpsil on hea omadus haljasväetisena ning talvise kattekultuurina mullas tekkivate seenhaiguste arengu peatamiseks (Talgre, Luik 2018).

Rüpsi lehed on värvuselt kollakasrohelised ning kareda tekstuuri moodustavad lehel olevad karvakesed. Leht ümbritseb tervenisti rüpsi vart, terava servaga lehed asetsevad varre keskpaigas ning sellest kõrgemal. Kõik õiepungad ei hakka samal ajal õitsema, mistõttu avatud õied on kõrgemal avanemata õiepungadest või samal kõrgusel (Kaarli 2003). Kõtrade pikkus on 3-7 cm ning asetsevad külgvõrsetel horisontaalselt (Callihan *et al.* 2000).

Rüpsi seemnete diameeter on 1-1,5 mm, värvuselt kollakad, mustjad või punakaspruunid (Callihan *et al.* 2000). Rüps ei ole võimeline kasvatama külguuri nii aktiivselt kui raps (Talgre, Luik 2018).

1.3.3. Valge sinep (*Sinapis alba*)

Valge sinep on ristõieline (*Brassicaceae*) õlikultuur, mida kasvatatakse peamiselt teravamaitseliste seemnete saamise eesmärgil (White mustard...2016). Valge sinep eelistab kasvuks parasvöötne kliimat. Taimed taluvad ka kõrget temperatuuri, kuid õitsemise ja valmimise kasvufaaside vahepeal võib temperatuur suuresti mõjutada saagikust ja seemnekvaliteeti (Duke 1983). Mullastruktuuri puudumisel on taimel juurte areng pärsitud (Talgre, Luik 2018).

Taim on võimeline kasvama 20-60 cm kõrguseks. Valge sinepi õied on kahvatu kollast värvi (Callihan *et al.* 2000). Õitsemine algab alumistest õitest liikudes ülespoole (Miljan 1947). Kui taim on õitsemise kasvufaasis ei ole juurte aktiivsus ja toitainete omastamine enam nii efektiivne (Talgre, Luik 2018).

Lehed on valge sinepi taimedel kujult sulglõhised (White mustard...2016). Kõdrad asetsevad varrel täisnurkselt või suunaga ülespoole. Seemne värvus küpsuse saavutamisel on kollakas või kahvatu pruun (Callihan *et al.* 2000). Valge sinepi 1000 tera mass ulatub 4,5-7,0 grammini. Vegetatsiooniperioodi pikkuseks on 80-100 päeva (Miljan 1947).

1.3.4. Õlituder (*Camelina sativa* (L.) Crantz)

Õlituder on ristõieliste (*Brassicaceae*) sugukonda kuuluv kultuur, millel on eeliseid teiste ristõieliste kultuuride ees, olles põuakindlam ning varavalmivam (Gugel, Falk 2006). Õlitudra seeme on väike, mistõttu tuleb külvata madalalt ning vajalik on niiskuse olemasolu külviaseme juures (Järvan 2007).

Varred on üksikud 30-60 cm pikkused, mis ülevalpool vart hargnevad. Vartel on palju üksikuid väikseid karvakesi. Lehed on karvased ja terava tipuga (Francis, Warwick 2009). Õitsemise ajal on näha väikseid kobaras olevaid kahvatukollaseid õisi, mis on võimelised isetolmlema. Kõder meenutab kujult pirni, milles on kuni 15 väikest ovaalset seemet. Seemnete valmimisel muutuvad need värvuselt punakaspruuniks, 1000 tera mass ulatub 0,8-1,8 grammini ja seemnete õlisisaldus 43%-ni kuivaines (Zubr 1996).

1.3.5. Õlirõigas (*Raphanus sativus* L. var. *oleifera* Metzg)

Õlirõigas on ristõieliste (*Brassicaceae*) sugukonda kuuluv kultuur, mida saab kasvatada mõõduka kliimaga piirkondades. Õlirõika seemned on kõrge õlisisaldusega (Gutiérrez, Perez 2004)- Seemned sisaldavad 40% või rohkem õli (Ramyer 2002).

Õlirõikal on palju häid omadusi: toitainete ja vee maksimaalne kasutamine, umbrohtumuse vähendamine ning talvise kattekultuurina mullast tulenevate haiguste ärahoidmine (Talgre, Luik 2018). Õlirõigast on kasulik kasvatada külvikorras pärast teravilja (näiteks nisu), sest kui toitaineid on liigselt mullas, siis õlirõigas vähendab nende leostumist (Sundermeier 2008).

Õlirõika taim on 30-90 cm pikkune (Gutiérrez, Perez 2004). Varred on õlirõikal kerged murduma (Sundermeier 2008). Taimel on tugev sammasjuur ning laialdane külgiuurte süsteem, mis aitavad omastada võimalikult palju toitaineid ning vett (Talgre, Luik 2018). Õlirõigas on kiirekasvuline kultuur ning suure juurte ja võrsete biomassiga. Liivastel muldadel on seda väga hea kasvatada, sest taim aitab vältida tuule-ja vee-erosiooni (Ngouajio, Mutch 2004).

1.4. Ristõieliste õlikultuuride agrotehnika

1.4.1. Kasvunõuded

Kultuuriti võivad kasvunõuded paljuski erineda, seega ei saa üldistada kõikidele kultuuridele samasuguseid kasvatusvõtteid. Õlikultuuride sarnasuseks kasvunõuetes on hea mullastik, mis võiks olla niiske, õhuküllane ning toitainerikas.

Rüpsi ja rapsi kasvatamisel peaks mulla pH olema neutraalne. Rapsi kasvukoha valikul peab arvestama, et ta ei talu põuda ega liigniiskust. Rapsi ja rüpsi kasvatamise kuldreegel on, et külvikorras peab olema nende kasvatamise vahe vähemalt 4 kuni 6 aastat, et vältida saaki mõjutavate haiguste võimalikku teket (Kaarli 2003). Valge sinepi kasvatamisel ei ole kõige olulisemaks faktoriks mullastik, sest seda kultuuri saab kasvatada erinevat tüüpi põllumajanduslikel muldadel. Siiski kasvab valge sinep paremini kergemapoolsetel lubja- ja toitainerikastel muldadel. (Miljan 1947).

Õlitudra eelis kõikide teiste ristõieliste õlikultuuride ees on tema põuakindlus, mis ei sea mullatingimustele erilisi piire (Gugel, Falk 2006). Õlituder kasvab hästi vähemviljakal mullal, olles ka mullapatogeenidele vastupidav kultuur (Tuder ja Tudraõli...2017).

Õlirõigas on hea mullastruktuuri parandaja ning umbrohtude lämmataja, samuti ei võta kergesti vastu mullast tulenevaid haigusi (Talgre, Luik 2018).

1.4.2. Külvitehnoloogia

Külvitehnoloogiad valitakse vastavalt kultuurile. See tähendab, et igale põllukultuurile tuleb valida optimaalne külvisügavus, külviaeg ja külvisenorm. Õige tehnoloogia valik on väga oluline, et tagada taime optimaalne tärkamine, kasv ja areng.

Rapsi ja rüpsi optimaalseks külvisügavuse vahemikuks on 2-4 cm, sõltudes mulla lõimisest, sest kui on kergem lõimis, siis tuleb seeme külvata sügavamale. Kui seeme külvata valele sügavusele, ei pruugi seeme õigel ajal idaneda ning võib kannatada niiskuse puuduse käes. Külvi reavahe võiks olla kitsamapoolne (10-15 cm), et vältida umbrohtude liigset kasvu vahedes. Külvisenormi arvestamisel lähtutakse seemnete suurusest. Rapsil on suurem seeme, mis seab külvisnormiks 7-8 kg/ha⁻¹ ning rüpsil väiksem seeme, seega külvisenorm 6-7 kg/ha⁻¹ (Kaarli 2003).

Valge sinep talub varjast külvi, sest on võimeline arenema idulehtede ja roseti faasis -6 kraadi juures. Külvinorm sõltub reavahest: laia reavahe korral 10-12 kg/ha⁻¹, kitsa reavahe korral 15-18 kg/ha⁻¹ (Järvan 2007).

Õlitudra külvamisel peab muld olema eelnevalt põhjalikult haritud, sest seeme on väike (Järvan 2011). Külvieelne äestamine aitab ennetada liigset umbrohtude poolt tekitavat konkurentsi kultuurile. Reavahed võiksid olla kitsamad (10-13 cm), et vähendada umbrohtumust. Külvisenorm varieerub vastavalt seemne 1000 tera massile, olles vahemikus 5-7 kg/ha⁻¹ (Zubr 1996).

Õlirõika soovituslik külvisenorm varieerub tavaliselt 11-22 kg/ha⁻¹-ni. Uuringud Michigani osariigis (USA) näitasid, et külvisenormid 11 kg/ha⁻¹, 17 kg/ha⁻¹ ja 22 kg/ha⁻¹ moodustasid kõik sama palju biomassi. Külvisügavuseks soovitatakse 3-4 cm (Ngouajio, Mutch 2004).

1.4.3. Väetamistehnoloogia

Kultuuride toitainete vajadus on varieeruv. Toitained peavad kindlasti olema taimede kättesaadavad, jõudes taime rakkudesse ja kudedesse. Toitainete omastamist mõjutavad rida erinevaid tegureid. Nendeks on valgus, kliima, vee liikuvus ja olemasolu mullas, toitainete olemasolu juurte piirkonnas ning umbrohtude poolt tekitatav konkurent. (Petrauskas 2012).

On teada, et taimedes esineb enam kui 60 erinevat keemilist elementi, millest taimed vajavad oma elutegevuseks 16. Eriti vajalikud makrotoiteelemendid taimedele on lämmastik (N), fosfor (P) ja kaalium (K). Keskmiselt vajavad taimed kaltsiumi (Ca), magneesiumit (Mg) ning väävlit (S). Peale makroelementide vajavad taimed ka mikroelemente, aga neid märgatavalt vähem kui makroelemente. Mikroelementidest vajalikumad on: boor (B), kloor (Cl), tsink (Zn), raud (Fe), mangaan (Mn), molübdeen (Mo), nikkel (Ni), vask (Cu) ja teised (Petrauskas 2012).

Ristõielistele kultuuridele on väga oluliseks elemendiks boor, sest osaleb taime kasvuks vajalikel protsessidel nagu näiteks rakuseinte biosüntees, ainevahetus, rakkude jagunemine, juure ja võrsumissõlmede areng. Boori puuduse esinemisel tekib võrreldes teiste elementidega ainulaadne reaktsioon, nimelt hakkavad protsessid taimes kiirenema, põhjustades rakkude anormaalse kasvamise (Yara, 2020a).

Raps vajab kasvuks rohkelt erinevaid toitaineid, kuid suure osa omastatud toitainetest tagastab raps mulda koguseliselt ligikaudu 90% kaaliumit (K) ja kaltsiumit (Ca), 83% magneesiumit, 66% väävlit, 55% lämmastikku ning 46% fosforit (Yara, 2020b).

Lämmastiku vajadus rapsile on suur, kuid pärast saagikoristust annab raps enam kui poole lämmastikust mulda tagasi (Yara, 2020c). Lämmastiku tähtsus seisneb roheline lopsaka lehestiku kasvatamises, millega saab kasutada ära maksimaalselt päikesevalgust. Seda peab andma optimaalsetes kogustes, sest liigne lämmastik vähendab seemne õlisisaldust (Yara, 2020d).

Fosforil on tähtis roll juurekava arengul ning toitainete ja vee omastamisel, samuti suurendab taimede põuakindlust ning tagab kvaliteetsema seemne ja suurema saagi (Kaarli 2003). Kui fosforit anda ühe väetamiskorraga liigselt, siis ei ole selle mõju nii efektiivne kui väikesemate annuste korral (Petrauskas 2012).

Kaalium on oluline rakuseinte tugevdamisel, lehemassi suurendamisel ning lehtedes oleva klorofüllil taseme tõstmisel, aidates taimel võimalikult kaua fotosünteesida. Kui taimede ei anta optimaalselt kaaliumit või taimed seda ei omasta, siis võib see põhjustada lamandumise, sest rakuseinad on nõrgenenud (Yara, 2020e).

Suvirapsi esimene väetamine toimub enne külvi, kui mulda antakse kompleksväetist (NPK). Mikroelemente on võimalik suvel anda kolm korda leheväetistena: külgvõrsete moodustumisel, varsumisel ning õiepungade moodustumisel ning neid võib anda koos pestitsiididega (Petrauskas 2012).

Eesti Maaviljeluse Instituudi Saku katsepõllul läbi viidud katsetel järeldati, et optimaalne lämmastikunorm (N) suvirüpsile on 100 kg ha⁻¹ ning huumusrikkamal või hea eelviljaga võib seda normi vähendada 20-30 kg ha⁻¹. Sõltuvalt kasvuteguritest võib antud normi ka tõsta 10-30 kg ha⁻¹-le (Kaarli 2003).

Õlitudral ja suvirüpsil on fosfori (P) ja kaaliumi (K) vajalik kogus sarnane. Kui mulla väetistarve on keskmine või suur tuleb anda fosforit (P) 30-40 kg ha⁻¹ ja kaaliumit 60-90 kg ha⁻¹. Lämmastikku ei ole vaja tudrale anda juhul, kui kasvatatakse liblikõielise kultuuriga koos (Õlituder...).

Õlirõika lämmastikunorm on 60-80 kg ha⁻¹, kui eelviljaks on olnud teravili. Liivase lõimisega mulla korral tuleb anda lämmastikku 40 kg ha⁻¹ peale külvamist ja veel 40 kg ha⁻¹ kuuaega hiljem peale tärkamist (Oil seed radish...).

Valge sinep on kiirekasvuline taim, mis eeldab erinevate toitainete kättesaadavust mullast (Miljan 1947).

1.5. Enamlevinud ristõieliste õlikultuuride haigused

1.5.1. Kapsanuuter (*Plasmodiphora brassicae*)

Kapsanuutri tekitaja (*Plasmodiphora brassicae*) on mullaseen, kes elutseb ja paljuneb mullas (Kageyama, Asano 2009). Haiguse arengule soodsateks teguriteks on mulla happelisem reaktsioon (pH alla 6,0) ning väävlit (S) ja teiste mikroelementide puudus mullas (Annuk 2019). Haigustekitaja elutsükli saab eristada kolme staadiumiga: haiguse mullas püsimiseks peab see spooridena mulda jääma, pärast seda nakatuvad juurekarvad ja toimub kortikaalne nakkus. Juurekarvakeste nakkuseks peab zoospor ehk rändeos sattuma juurekarvakesele ja tungima sealt edasi läbi rakuseina. Järgmisena läbi juurekarvakeste

levinud rändeosed moodustavad plasmoodiumi, milles moodustuvad zoosporangiumid. Zoosporangiumites arenevad omakorda uued zoosporid, mis levivad mulda ja nakatavad peajuure kudesid (kortikaalne nakkus) (Kageyama, Asano 2009). Nuutri püsieosed on võimelised mullas säilima kuni kaheksa aastat. Kasvuperioodil liiguvad viburitega varustatud rändeosed mullas olevas vees ning levivad omakorda putukate ja vihmaussidega edasi (Kaarli 2003).

Kahjustunud juuri tervetest eristavad punakaspruunid krobelised moodustised, mis haiguse algfaasis on seest valged ja tahked. Haiguse arenedes muutuvad juurel tekkinud paksendid seest halliks ja mädaseks (Paul 2017). Nuutrisse haigestunud taimed jäävad kasvus kängu ning kuuma ilmaga närbuvad. Ka ei arene tugevalt nakatunud taimedel kõtru. Kõige enam kahjustab nuuter taime juuri, mistõttu juurekava ei saa areneda (Annuk 2019). Juurestiku nakatunud osadele moodustuvad paksendid, mis kõdunemisel vabastavad eosed taas mulda ning haiguse elutsüklil algab algusest (Paul 2017).

Kapsanuutri tõrje on keeruline, sest haigustekitaja elutseb mullas ning puuduvad spetsiaalselt nuutri tõrjeks vajalikud taimekaitsevahendid. Põldude seisukorda saab parandada lupjamisega, mis neutraliseerib mullareaktsiooni (Paul 2017). Kapsanuutrisse haigestunud põldude harimisel, tuleb pärast harimist töövahendid puhastada, et haigustekitajad ei saaks edasi kanduda (Annuk 2019).

1.5.2. Kapsa-ebajahukaste (*Peronospora parasitica*)

Kapsa-ebajahukaste (*Peronospora parasitica*) haigussümptomid avalduvad lehel erineva kuju ja suurusega kollaste või punakaspruunide laikudena. Samas kohas lehe alaküljel tekib hallikasvalge värvusega kirme (Paul 2017). Haigus võib kahjustada peremeestaime lehti nii varasemas kui ka hilisemas arengustaadiumis, mille tagajärjel lehed lõpuks närbuvad ja kukuvad küljest. Kõtradele tekivad tumedad laigud ja nakatuvad seemned, mistõttu jäävad need kõlujaks (Kaarli 2003).

Haigustekitaja arenguks soodsateks teguriteks on soe temperatuur ja kõrge õhuniiskus. Sobiva peremeestaime ja ilmastikutingimuste korral toimub nakatumine umbes seitsme päeva pärast. Niiskuse olemasolu on väga vajalik haiguse levimiseks mittediügilisel teel eostega, mis tekivad umbes üks kuni kaks nädalat peale nakatumist lehe alumisele küljele. Kui taim nakatub tugeval määral seemnete moodustumise kasvufaasis, siis on tagajärjedeks pidurdatud taimekasv ja seemned valmivad ebaühtlaselt, mis võib põhjustada olulise

saagikao (Leckie *et al.* 1998). Haigustekitaja talvitub pikemaajaks püsieoste ehk oospooridena ja lühemat aega lülieostega taimejäänustel, seemnetes (2-6 aastat) umbrohtudel või mullas. Kasvuaegne lülieostega levik toimub veepiiskadega (Kaarli 2003).

Ennetavaks tõrjeks on sügiskünd, mille abil segatakse taimejäänused mullaga. Seemnetega saab arengut peatada koristades seeme võimalikult kiiresti õigel ajal, seejärel kuivatada ja hoiustada kuivas hoidlas (Kaarli 2003).

1.5.3. Kapsa-jahukaste (*Erysiphe cruciferarum*)

Kapsa-jahukaste (*Erysiphe cruciferarum*) on üks tõsisemaid õlikultuuride haigusi, mille tagajärjeks on suured saagikaod peamistes Euroopa rapsikasvatuspriirkondades (Mert-Türk *et al.* 2008). Haiguskandjateks võivad olla erinevad ristõielised taimeliigid, kas looduslikud või kultuurtaimed (Paul 2017). Saagikadu avaldub kõtrade kahjustuses, kus rapsiseemned ei ole arenenud piisavalt suureks (Mert-Türk *et al.* 2008).

Kapsa-jahukaste tekitaja on parasiitseen, sest areneb peremeestaimel, omastades sealt kaudu vett ja toitaineid, mis liiguvad juurest epidermise kihtidesse (Uloth *et al.* 2018).

Peamiselt esineb kapsa-jahukastet kevadel ja suvel, kui on soodne õhutemperatuur ning niiskustase, näiteks öine kaste. Lehele tekkiv valge jahujas-puuderjas kirme moodustab uued koniidid ehk lülieosed, mis valmimisel üksteisest eralduvad ning tuulega laiali kanduvad (Paul 2017).

Haigustunnused võivad ilmned lehtedele, vartele, külgvõrsetele ning kõtradele väikeste valgete jahukastelaikudena, mis haiguse arenedes beežikaks värvuvad. Tugeva nakkuse korral võib leht kattuda üleni jahuja kirmega, mis kuivatavad ja hävitavad kogu lehepinna enneajaks. Haiguse arengut soodustavateks faktoriteks on temperatuur vahemikus 17 kuni 20 kraadi ning tavalisest kõrgem õhuniiskus (Annuk 2019).

1.5.4. Ristõieliste mustmädanik ehk fomoos (*Leptosphaeria maculans*)

Fomoos ehk mustmädanik on väga tõsiseid kahjustusi tekitav ristõieliste haigus Euroopas, Austraalias ning Põhja-Ameerikas, kus kahjustab eelkõige rapsitaimi. Haiguse levik saab alguse kotteostega (Fitt *et al.* 2006). Askosporid ehk kotteosed, mis asuvad pseudoteetsiumites, levivad lehtedele ning tekitavad lehtedele pruunid laigud. Laigud on keskelt nekrootilised ja kollaka äärisega ümbritsetud, mille peale tekivad väikesed mustad viljakehad (Paul 2017). Sekundaarne nakkus toimub *Phoma lingam* pükniidides paiknevate

püknoosporidega. Kogu talve jooksul on haigus võimeline süsteemselt taimes arenema. Haiguse arenedes tungib patogeen varre sisse ja tekitab varrele ja juurekaelale tõsiseid kahjustusi (Kaczmarek, Jędryczka 2011).

Tõusmefaasis nakatudes on idulehel kollakad laigud, mis keskelt hallikad, tekitades lehekoe alla tumedad punktid (Annuk 2018). Kui taim nakatub mustmädanikku juba sügisel, siis jäävad taimed kiduraks ja talvekindlus on nõrk (Paul 2017). Vartele tekivad nekrootilise äärisega laigud, mille koha pealt varred kergelt murduvad ja võivad hiljem põhjustada lamandumise. Nakatuvad õisikud, kõdrad (seemned) ja juured. Taimede nakatumiseks soodsad tingimused on mõõdukate sademetega ja tuulised ilmad, taimede tihe asustatus ning kahjurite poolt nõrgestatud taimed (Annuk 2018).

Haiguse leviku ennetamiseks on kasulik võimalikud nakkusallikad ehk nakatunud taimejäänused mulda künda. Külvikorras mitmel aastal järjest kasvavatel ristõieliste kultuuride taimedel on nakatumisvõimalus suurem, sest haigustekitaja on võimeline taimejäänustel säilima kuni neli aastat (Paul 2017). Fungitsiidiga tõrjumisel vähendatakse oluliselt haiguse teket ja levikut. Tõrje tehakse sügisel/talvel, kui lehtedele on tekkinud mustad laigud ja enne kui patogeen jõuab juurt kahjustada (Fitt *et al.* 2006).



Joonis 1. Mustamädaniku ehk fomoosi haigustunnused talirapsi lehtedel; foto: Hanna-Stiina Pettai.

1.5.5. Ristõieliste valgemädanik (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Valgemädaniku tekitajaks on patogeen *Sclerotinia sclerotiorum*. Haigus on väga levinud erinevate põllukultuuride seas (*Sclerotinia disease...*1982). Haigustunnusteks on vesised kahjustuslaigud lehtedel, mis laienevad üle terve lehe ja liiguvad edasi varde. Osadel liikidel muutuvad varred kahjustuskohtadest tumedaks, osadel tekivad vesised kahjustuskohad. Kahjustuskohad muutuvad nekrootiliseks ning kattuvad valge seenendiistikuga (Bolton *et al.* 2006). Terveid taimi saab haigetest eristada varte järgi, sest nakatunud taimedel on varred pruunid, kaardunud ning tervetel rohelised ja püstised. Nakatunud taimedel on kahjustunud varrekoor ning säikude (Paul 2017). Taimetugeva kahjustuse korral võib nõrgenenud vars murduda (*Sclerotinia disease...*1982).

Haiguse hilisemas arengujärgus hakkab valge ja pehme seeneniidistik kaduma, kuid varre sisse jäävad mustad sklerootsiumid (*Sclerotinia disease...*1982). Sklerootsiumid on seeneniidistiku põimikud, millega haigustekitaja säilib mullas eluvõimelisena kuni kümme aastat (Kaarli 2003). Seenemügarad on võimelised arenema seeneniidistikust kaheksa päeva jooksul pärast nakkust. Tavaliselt arenevad sklerootsiumid varre sisse, aga niisketes oludes ka nähtavalt varrele (Paul 2017). Sklerootsiumeid võib mullas taimejäänustele ka juurde tekkida. Haiguse areng saab alguse, kui sklerootsiumid satuvad ülemistesse mullakihtidesse, kus on vaja niiskuse ja soojuse olemasolu (Kaarli 2003). Varres olevate sklerootsiumite tavapärane idanemisaeg on kevadel, mil need hakkavad tootma viljakehi ehk apoteetsiumeid (*Sclerotinia disease...*1982).

Haigust esineb rohkem vihmasel (alates 50 mm sademeid) ja soojal suvel (üle 11 kraadi), siis tekivad ka viljakehadele eosed. Eosed hakkavad laiaulatuslikult levima tuulega ja suudavad levida kuni kilomeetri kaugusele (Kaarli 2003). Haigustekitajale soodsa ilmastiku korral võib nakkus põhjustada ulatuslikud saagikao, kus võivad nakatuda kuni 50 % taimedest, ja mis võib tuua kaasa saagikao üle 1000 kg ha⁻¹ (Kaarli 2003).



Joonis 2. Valgemädaniku sklerootsiumid talirapsi varres ja varrel; foto: Hanna-Stiina Pettai.

1.5.6. Ristõieliste kuivlaiksus (*Alternaria brassicae*)

Kuivlaiksuse tekitaja nakatab ristõieliste kultuuride varsi, lehti, kõtru ning seemneid. Saagikadu on ulatuslik, kui nakkus toimub kõtrade moodustumise faasis (Sooväli *et al.* 2011). Tumepruune kuni musti kontsentriliste laikudena esinevaid haigustunnuseid võib leida lehtedelt, vartelt ning kõtradelt. Vartele on iseloomulikud pikliku kujuga laigud. Hilisemas järgus tekib haiguskollete peale eoskirme. Haigus vähendab oluliselt taimede sünteesiprotsessideks vajalikku rohelist pinda, mille tagajärjel lehed varisevad enneaegselt. Seemnete moodustumiseks vajalikku toitekudet ei moodustu, mistõttu seemned jäävad kiduraks ja varisevad kõtradest enneaegselt (Ilumäe 2013).

Patogeen satub taime õhulõhe või kutiikula kaudu (Paul 2017). Haiguse levik on võimalik taimejäänustelt ning nakatunud seemet külvates. Haiguse tekkeks soodustavateks faktoriteks on soe õhutemperatuur vahemikus 17-25 kraadi ning kõrge õhuniiskus õitsemise ja valmimise kasvufaasis (Sooväli *et al.* 2011). Nende soodustavate tegurite olemasolul on taime nakkumisaeg neli kuni kuus tundi (Paul 2017).

Rapsikultuurid on kuivlaiksusele mitte-resistentsed ehk selle teket ja levikut saab piirata põhjaliku mullaharimise ning fungitsiidide kasutamisega (Hong, Fitt 1995 ref Dark Leaf and Pod Spot (*Alternaria brassicae*) on Oilseeds (*Brassica napus*) in Lithuania 2002).



Joonis 3. Kuivlaiksuse haigustunnused vartel; foto: Eve Runno-Paurson.

1.5.7. Vertitsilloosne närbumistõbi (*Verticillium longisporum*)

Vertitsilloos on mullas leviv haigus, mis kahjustab kapsasrohu perekonnas olevate taimede juhtkudesid, mille tagajärjeks on nende närbumine (Johansson *et al.* 2006). Seda on iseloomustatud kui mullaväsimushaigust, olles aktuaalne nendel põldudel, kus rapsi on aastast-aastasse kasvatatud (Paul 2017).

Nakatunud taime esmaseks haigustunnusteks on alumiste lehtede poole lehe kolletumine, hiljem klorootiliste laikude ilmumine ning taime üldine närbumine (Ilumäe 2013). Taime sisemine kude ei ole enam pärast nakatumist valge, see on muutunud tumedaks ja ebaühtlaseks (Paul 2017). Kui haigus on taimel kaugele arenenud, siis tekib taimel hädaküpsus ja seemned ei saavuta täisküpsust ning vajalikku suurust (Ilumäe 2013).

Patogeen ründab taime juurekarvakeste ja mehaaniliste vigastuste kaudu. Seejärel tõkestab taimes vee liikumist ning toitainete omastamist ning samuti levitab taime toksiine, mis tekitavad taime närbumise. Põllul ei esine üksikuid haigestunud taimi, vaid haigus levib koldeliselt (Kaarli 2003).

Patogeen *V. longisporum* on mullaseen, mille sklerootsiumid (läbimõõduga 50 µ) on võimelised mullas püsima elujõulised kaheksa ja enam aastat. Sklerootsiumid satuvad mulda rapsi koristamisel järel taimejäänustega. Mikrooklerootsiumid ei ole ainsad, mille kaudu taim nakatuda võib. Haigustekitaja säilib ka seenemütseeli ja koniididega, mis vartel ja juurejäänustel paiknevad. Need ei püsi mullas kaua ning sama ohtlikuks kui mikrooklerootsiumid ei osutu (Paul 2017).



Joonis 4. Vertitsilloosi tagajärjel ühe lehepoole närbumine; foto: Hanna-Stiina Pettai.

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1. Põldkatse kirjeldus

Ristõieliste õlikultuuride katse rajati 2020. aastal Eesti Maaülikooli Rõhu katsejaama Eerika katsepõllule. Katses olid vaatluse all järgnevad viis kultuuri: suviraps 'Kaldera', suvirüps 'Cordelia', valge sinep 'Braco', õlituder 'Ligena' ja õlirõigas 'Bille'. Kultuuride külviajaks oli 20. aprill (2020). Külvisenorm oli suvirapsil, süvirüpsil ja õlitudral 8 kg ha⁻¹, valge sinepil 20 kg ha⁻¹ ja õlirõikal 25 kg ha⁻¹. Katse eelviljaks oli lühiajalinerohumaa. Katselapi suurus oli 10 m². Igal kultuuril oli kaks katsevarianti, väetamata ehk kontrollvariant ja väetatud variant (N100). Kokku oli katses 10 varianti ja igal variandil kolm kordust. Väetatud variandil kasutati granuleeritud kompleksväetist NPK(S)17-4,5-10 normiga 100 kg ha⁻¹ lämmastikku. Väetist anti katselappidele kahes osas, 18. mail (normiga 50N) ja 16. juunil (normiga 50N). Taimekaitsevahenditest kasutati kahel korral insektitsiidi Proteus OD (kulunorm 0,75 l ha⁻¹), 18. mail maakirpude tõrjumiseks ja 16. juunil hiilamardikate vastu. Umbrohutõrje teostati 25. mail herbitsiidiga Butisan Kombi (2,5 l ha⁻¹) ja 10. juunil herbitsiidiga Salsa (25 g ha⁻¹).



Joonis 5. Põldkatse asukoht Eerikal; foto:

<https://fotoladu.maaamet.ee/?basemap=ofk&zlevel=13,26.66855,58.36542&overlay=aasta&valik=2018>

Rapsisort 'Kaldera' on kõrge saagipotentsiaaliga ja keskvalmiv. Sordile 'Kaldera' on iseloomulik kõrge seemnete õlisisaldus ning hea seisukindlus. Antud sordile on sobilikud nii kerge kui ka raske lõimisega mullad (Kaldera...2020). Suvirüpsi sort 'Cordelia' on kõrge saagikusega ja keskmise õlisisaldusega (41,9%) õli tootmise eesmärgil kasvatatav sort. Sordile omane kasvuperioodi pikkus on 103 päeva (Cordelia... 2020).

Õlikultuuride saak koristati katsekombainiga, kui taimed olid saavutanud täisküpsusfaasi. Suvirüps koristati 7. augustil, õlituder ja valge sinep 14. augustil, suviraps ja õlirõigas 8. septembril.

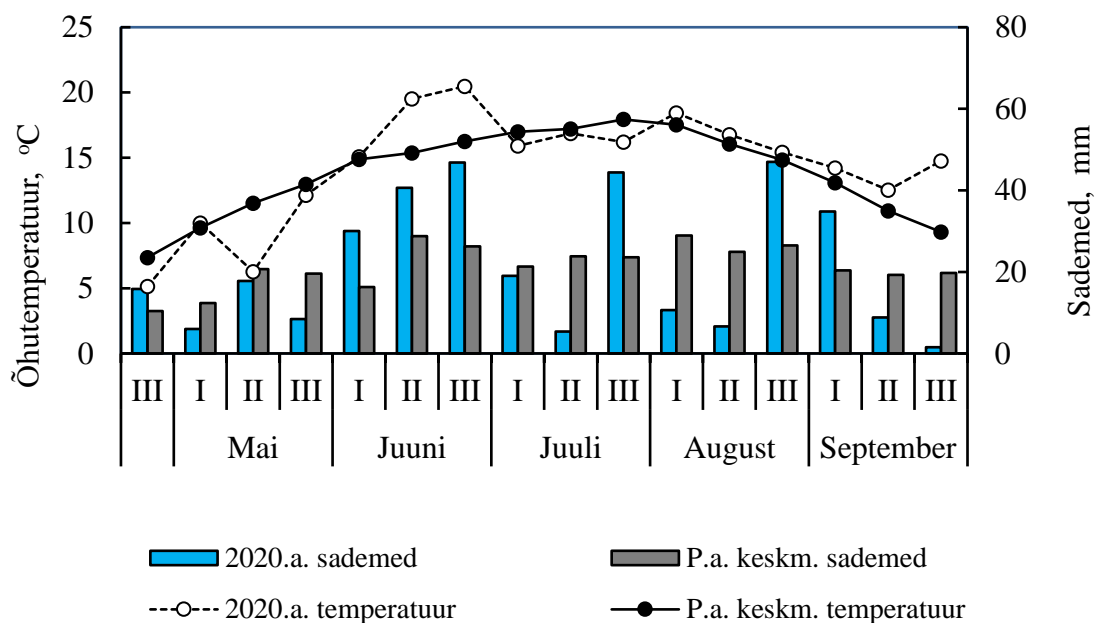
Põldkatse mullaliigiks oli näivleetunud Stagnic Luvisol WRB 2002 klassifikatsiooni järgi (Deckers *et al.* 2002), mullalõimis oli kerge liivsavi ja kündmisega läbisegatud pindmise huumuskihi paksus 27–30 cm (Reintam ja Köster, 2006).

Ristõieliste õlikultuuride katses esines põhiliselt kolm haigust: kapsa-ebajahukaste, kapsa-jahukaste ja ristõieliste kuivlaiksus. Nende taimahaiguste esinemist hinnati visuaalselt loodusliku nakkuse tingimustes alates esimeste haigussümptomite ilmnemisest, sagedusega üks kord nädalas. Haiguste kulgemise dünaamikat jälgiti katses kokku 14 nädala jooksul. Kapsa-ebajahukaste, kapsa-jahukaste ja ristõieliste kuivlaiksuse haiguskahjustuste hindamisel kasutati 0-100% hindamisskaalat (EPPO Bulletin, 2003). Kahjustust hinnati eraldi lehtedel, vartel ja kõtradel. Katses esines veel vertitsilooosi ja fomoosi, kuid nende haiguste esinemissagedus oli minimaalne (0,01%) suvirapsi lehtedel. Seega, neid haigusi bakalaureusetöös edaspidi ei käsitleta.

2.2. Katseperioodi ilmastik

Katseperioodi ilmastiku andmed on kogutud Eesti Maaülikooli Rõhu katsejaama Eerika ilmajaamast. Joonis 6 annab ülevaate antud katseaasta (2020) õhutemperatuuridest ja sademetest. Antud parameetreid on võrreldud paljude aastate (52 aastat) keskmiste õhutemperatuuride ja sademetega. Katseperioodi ilmastikku kajastatakse aprilli kolmandast dekaadist kuni septembri kolmanda dekaadini. Külviaegselt ja järgselt oli aprillis tavalisest rohkem sademeid, antud katseaastal 20 mm, mis paljude aastate keskmisena oli 17 mm. Aprilli III dekaad oli jahe (5,1°C) võrreldes paljude teiste aastate keskmistega (7,4°C), kuid sellele järgneval perioodil hakkas temperatuur tõusma. Kõige soojem oli katseperioodil juuni II ja III dekaadi, kui õhutemperatuurideks olid vastavalt 19,5°C ja 20,5°C, paljude

aastate keskmine temperatuur oli 4,1°C ja 4,2°C jahedam. Juulikuu alguse temperatuur langes 15,9 °C-ni, mis paljude aastate keskmisena oli soojem (17,0°C). Augusti alguses oli soojem periood (18,4°), kuid jätkas seejärel langevas trendis (joonis 6).



Joonis 6. Katseperioodi õhutemperatuur (°) ja sademed (mm) dekaadidena ning paljude aastate keskmisena perioodil 1969-2020 Eesti Maaülikooli Rõhu katsejaama Eerika ilmajaama andmetel.

Sademeid oli külviperioodil (aprilli II dekaad) 24,8 mm, mis paljude aastate keskmisena on olnud madalam (11 mm). Sellele perioodile hakkasid järgnema sademete rohked perioodid, ulatudes juuni III dekaadil 46,8 mm-ni, mis ületas paljude aastate keskmist (26,3 mm). Kõige vähem sademeid esines juuli II ja septembri III dekaadil olles vastavalt 5,4 mm ja 1,6 mm, mis oli oluliselt vähem võrreldes paljude aastate keskmisest (23,8 mm ja 19,7 mm) (joonis 6). Antud ilmastikutingimused mõjusid ristõieliste õlikultuuride kasvule soodsalt. Kuid kõrgem niiskus oli ka väga soodne konkurentsi tekitavatele umbrohtudele, mis võisid olla põhjuseks teatud haiguste suuremaks puhanguks. Soojus ja niiskus olid headeks tingimusteks kahjuritele ja niiskuselembestele haigustele (eriti kapsa-jahukastele ja kapsa-ebajahukastele).

2.3. Statistiline andmeanalüüs

Katsest saadud andmed analüüsiti statistiliselt programmiga Statistica 13 (Quest Software Inc), võttes kasutusele dispersioonanalüüsi. Liikide ja seireaegade võrdluseks kasutati Tukey HSD post-hoc testi ($p = 0,05$).

3. TULEMUSED JA ARUTELU

Antud ristõieliste õlikultuuride katses hinnati kapsa-ebajahukaste, ristõieliste kuivlaiksuse ja kapsa-jahukaste arengut kahel teada-tuntud kultuuril: suvirapsil ja suvirüpsil ning kolmel alternatiivsel kultuuril õlirõikal, õlitudral ning valgel sinepil. Haigusi hinnati kolmel erineval taimeosal: varrel, lehel ja kõdral. Hindamisega koos märgiti ära katsekultuuride kasvufaasid, et oleks näha, mis kuupäeval, mis kasvufaasis taimel sümptomid tekkisid (tabel 1).

Tabel 1. Katses olnud ristõieliste põllukultuuride kasvufaasid (BBCH skaala)

Vaatluste kuupäevad	Suviraps		Suvirüps		Valge sinep		Õlirõigas		Õlituder	
	K ^a	V ^b	K	V	K	V	K	V	K	V
16. 06	57-59	57-59	61-63	61-63	65	65	51	51	55	55
23. 06	65	65	67	67	66	66	66	66	67	67
29. 06	67	71	71	71	71	71	69	68	71	71
06. 07	71	71	73	73	75	75	71	71	73	73
13. 07	77-79	77-79	75	75	79	78	73	73	79	78
20. 07	77-79	77-79	75	75	79	78	73	73	79	78
27. 07	77-79	77-79	75-83	75-83	81-87	78	73-77	73-77	81-89	81-89
3. 08	77-79	77-79	87	87	81-87	79	73-77	73-77	90	89
10. 08	77-81	77-81	89 **	89 **	87	81	73-77	73-77	90	89
17. 08	81-87	81-87			89	87	78-79	78-79	90 **	89 **
24. 08	87	81			89 **	87 **	81-87	81-87		
31. 08	88	83					81-87	81-87		
7. 09	89	89					89	89		

^a väetamata kontroll

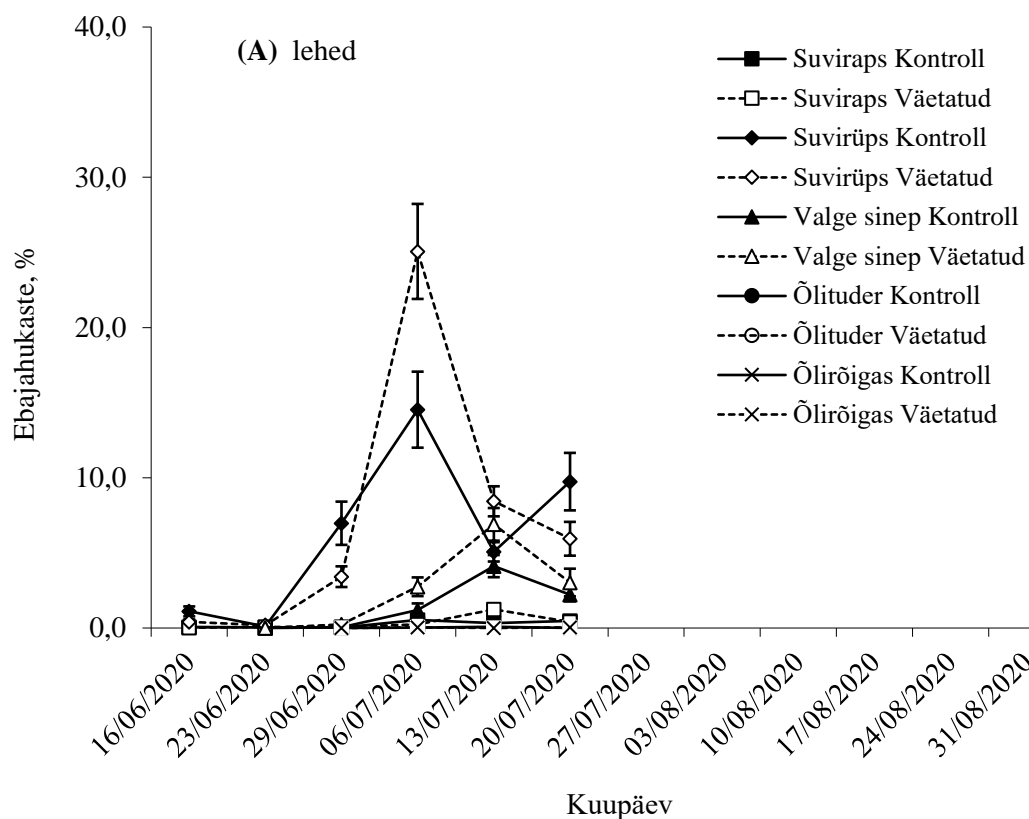
^b väetatud

**

Koristatud

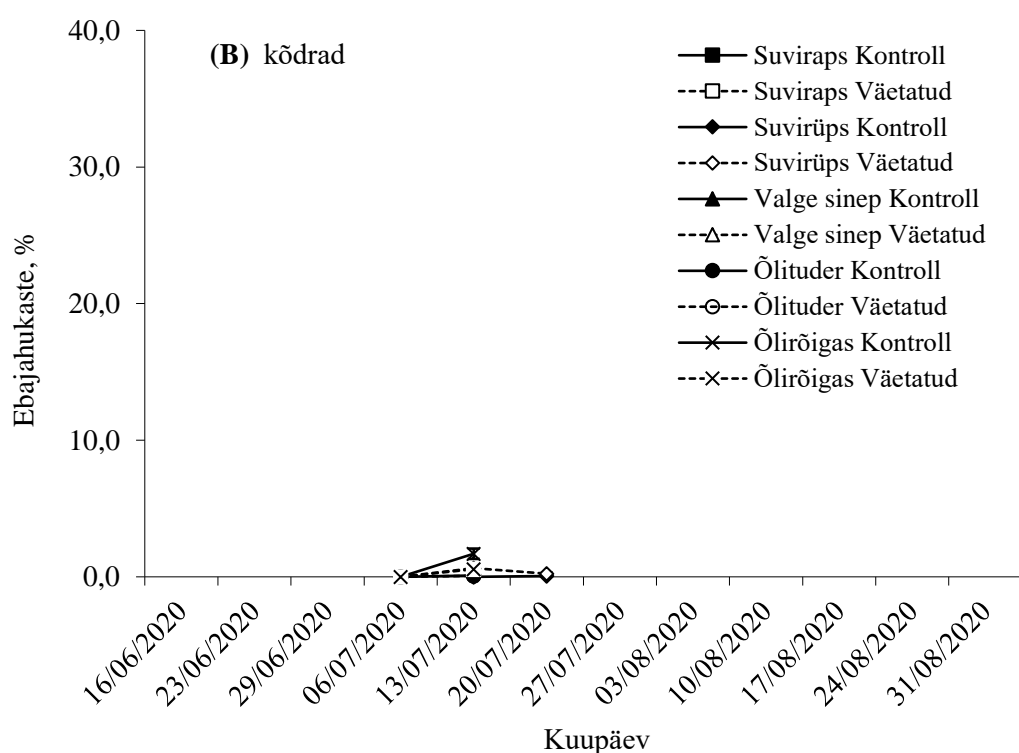
Lehtedel esinesid esimesed kapsa-ebajahukaste sümptomid 16. juunil, suvirüpsi, suvirapsi kontroll ja väetatud variantidel (joonis 7). Valge sinepi väetatud ja väetamata taimikul avaldusid esimesed haigustunnused 29. juunil. Õlirõikal tekkisid esimesed kapsa-ebajahukaste sümptomid lehtedel hiljem, 6. juulil (joonis 7). Kõige rohkem oli kapsa-ebajahukaste lehestikku kahjustanud 6. juulil suvirüpsi väetatud variandil, ulatudes 25,1%-ni (\pm SE 3,2%), kontrollil oli samal ajal 14,5% (\pm SE 2,5%). Teistel kultuuridel esines kapsa-

ebajahukastet lehtedel oluliselt vähem kui suvirüpsil ($p < 0,001$) (joonis 7). Siiski oli valge sinepi lehtede kahjustus 13. juulil kontroll variandil 4,12% ($\pm SE$ 0,74%) ja väetatud variandil 6,90% ($\pm SE$ 1,09%), kuid langes järgnevalt oluliselt (joonis 7). Õlirõigas oli väga vastupidav kapsa-ebajahukastele, sest kõige kõrgem oli nakkus 13. juulil õlirõika kontroll katselapil, olles vaid 0,08% ($\pm SE$ 0,05%) (joonis 7). Ka jäi suvirapsi lehtede kahjustus oluliselt madalamaks võrreldes suvirüpsi ja valge sinepi mõlema variandiga ($p < 0,001$), olles 13. juulil kontroll variandi taimedel 0,33% ($\pm SE$ 0,07%) ja väetatud variandi taimedel 1,24% ($\pm SE$ 0,32%). Kuna järgnevad ilmastiku tingimused muutusid ebajahukaste arenguks liiga kuivaks, ning eelnevalt oli juuni II ja II dekaadi ning juuli I dekaadi õhutemperatuur oluliselt kõrgem paljude aastate keskmisest, siis haiguse areng peatus. Viimasel vaatlusel 20. juulil olid enim kahjustanud suvirüpsi kontroll variandi (9,7% $\pm SE$ 1,9%) ja väetatud variandi (5,9% $\pm SE$ 1,1%) taimed (joonis 7). Teistel kultuuridel jäi kapsa-ebajahukaste esinemine oluliselt väiksemaks. Õlitudra taimedel kapsa-ebajahukaste kahjustust ei leitud. Ka jäi õlirõika mõlema katsevariandi taimedel kogu vaatlusperioodi jooksul nakkus alla 0,1%.



Joonis 7. Ristõieliste õlikultuuride nakatumine kapsa-ebajahukastesse lehtedel (%) sõltuvalt väetamisest 2020. aastal. Vertikaaljooned tähistavad standardviga (Tukey HSD post-hoc testi, $p = 0,05$).

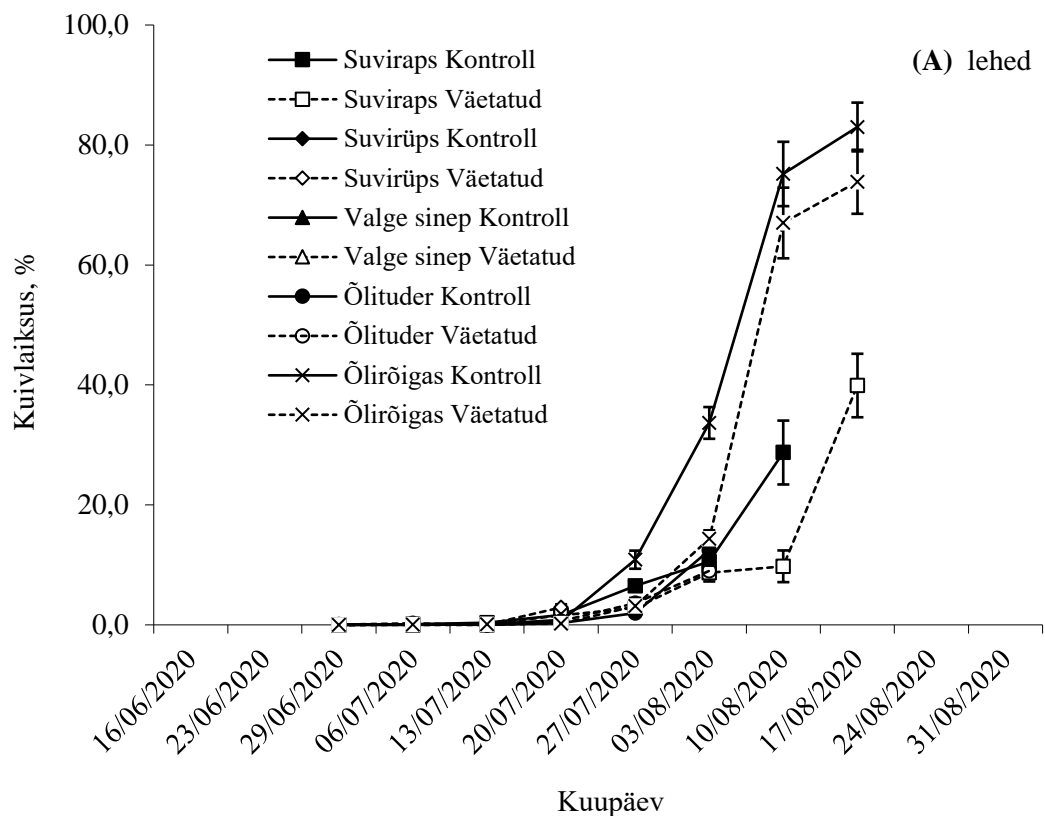
Kõdrad nakatusid erinevatel ristõielistel õlikultuuridel kapsa-ebajahukastesse minimaalselt (joonis 8). Kapsa-ebajahukastet esines suvirüpsi, õlitudra ja õlirõika mõlemate variantide (väetatud ja kontroll) kõtradel. Kapsa-ebajahukaste nakkust ei esinenud valgel sinepi ja suvirapsi kõtradel (joonis 8). Kõige suurem nakkusprotsent oli õlirõika kontrollil 13. juulil, ulatudes 1,7%-ni ($\pm SE 0,4\%$) (joonis 8).



Joonis 8. Ristõieliste õlikultuuride nakatumine ebajahukastesse kõtradel (%) sõltuvalt väetamisest 2020. aastal. Vertikaaljooned tähistavad standardviga (Tukey HSD post-hoc testi, $p = 0,05$).

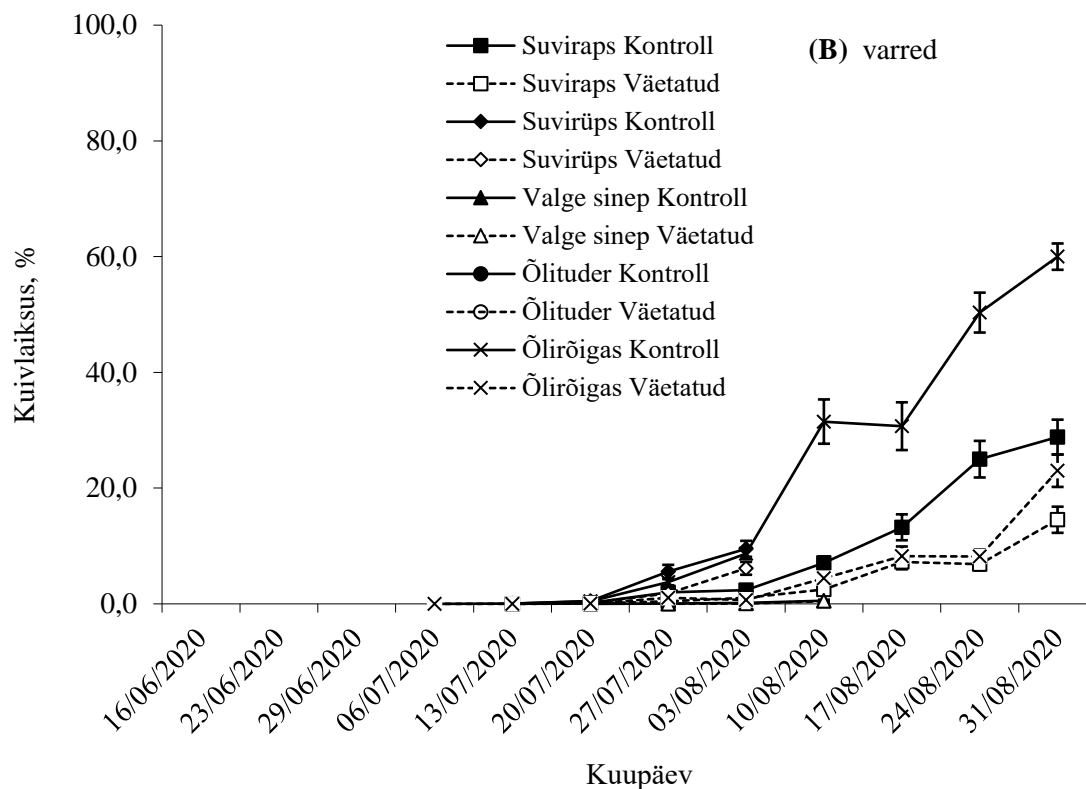
Eerikal 2010-2011 mahetingimustes läbi viidud õlikultuuride katses selgus, et kõige vastuvõtlikumad kultuurid ebajahukaste suhtes olid must sinep, mille kahjustus varieerus 49-64% sõltuvalt kasvuaastast ja suvirapsil oli kahjustus 2010. aastal 10% ja 2011. aastal suisa 80% (Runno-Paurson *et al.* 2020b). Kuid bakalaureusetöös saadud tulemused ei näidanud, et kõige vastuvõtlikum ristõieline kultuur oleks suviraps nagu leidsid Runno-Paurson *et al.* (2020b). Kui ebajahukaste kahjustust peetakse väheoluliseks suvi- ja talirapsil

Lätis ja Leedus (Bankina *et al.* 2012; Petraitiene, 2006), siis kapsa-ebajahukaste põhjustab olulist kahjustust Austraalias, kus on see ajas suurenenud (Van de Wouw *et al.* 2016). Samas, Eerika katses olid resistentsemad liigid õlirõigas, mis ei nakatunud 2010. aastal üldse ja 2011. kasvuaastal jäi kahjustus alla 3% ning valge sinep, millel kahjustus varieerus aastati 1-1,6% (Runno-Paurson *et al.* 2020b). Seega need tulemused kattuvad käesolevas bakalaureusetöös saadud tulemustega. Ristõieliste kuivlaiksuse esimesed tunnused lehtedel avaldusid 29. juunil kahel kultuuril, suvirapsi kontroll variandi taimedel 0,01% (\pm SE 0,9%) ning õlitudra väetamata ja väetatud variantide taimedel 0,03% (\pm SE 0,01%) (joonis 9). Järgmisel kolmel nädalal oli kuivlaiksuse areng minimaalne kõikidel katses olnud kultuuridel, ilmselt juuli I ja II dekaadil kuivema ja mitte väga sooja perioodi tõttu. Kuivlaiksus hakkas intensiivsemalt arenema alates 20. juulist, jõudes kõrgpunktini 17. augustil, kui kuivlaiksust oli väetamata õlirõikal lehtedel 83% (\pm SE 4,07%) ning väetatud õlirõikal lehtedel 73,87% (\pm SE 5,33%), mis oli oluliselt kõrgem kui teistel kultuuride katsevariantidel ($p < 0,001$). Kuivlaiksuse kahjustus suvirapsil jäi keskmiseks, kus kontroll variandis esines haigust 28,73% (\pm SE 5,33%) ja väetatud variandis 9,77% (\pm SE 2,64%) (joonis 9). Veidi madalamal tasemel esines kuivlaiksust õlitudra kontroll ja väetatud variantides ($12,43 \pm$ SE 5,33% ja $9,00 \pm$ SE 5,33%). Kuivlaiksus nakatas lehti minimaalselt valgel sinepil, kus kõige kõrgem sümptomite protsent oli 20. juulil väetamata variandil 0,83% (\pm SE 0,22%), peale seda nakkus edasi ei arenenud (joonis 9). Ka jäi suvirüpsi lehtedel nakatuvus madalaks, olles 20. juulil kontrollvariandil vaid 0,35% (\pm SE 0,1%) ja väetatud variandil 2,9% (\pm SE 0,5%).



Joonis 9. Ristõieliste õlikultuuride nakatumine kuivlaiksusesse lehtedel (%) sõltuvalt väetamisest 2020. aastal. Vertikaaljooned tähistavad standardviga (Tukey HSD post-hoc testi, $p = 0,05$).

Ristõieliste kuivlaiksus nakatas peaaegu kõikide kultuuride varsi, välja arvatud õlitudral. Esimesi sümptomeid täheldati suvirapsil, suvirüpsil ja õlirõikal 13. juulil, kuid seda väga vähesel määral. Kuivlaiksust vartel esines oluliselt rohkem õlirõika kontroll variandis ($p < 0,001$), kulmineerudes 31. augustil 60%-ni ($\pm SE 2,3\%$). Kuivlaiksust esines rohkem ka suvirapsi kontroll variandi vartel ($28,8\% \pm SE 3,0\%$) ja õlirõika väetusvariandi vartel ($23,0\% \pm SE 2,8\%$) (joonis 10). Suvirapsi optimaalse väetusvariandis esines kuivlaiksust vartel $14,53\% (\pm SE 2,26\%)$. Vähesel määral esines kuivlaiksust suvirüpsi kontroll ja väetatud variandi vartel ($9,51 \pm SE 1,38\%$ ja $6,14 \pm SE 1,11\%$). Valge sinepi vartel jäi kuivlaiksuse kahjustus minimaaseks, olles 10. augustil kontroll ja väetatud variandis $0,5\% (\pm SE 0,2\%)$. Õlitudra vartel kuivlaiksuse kahjustus puudus.

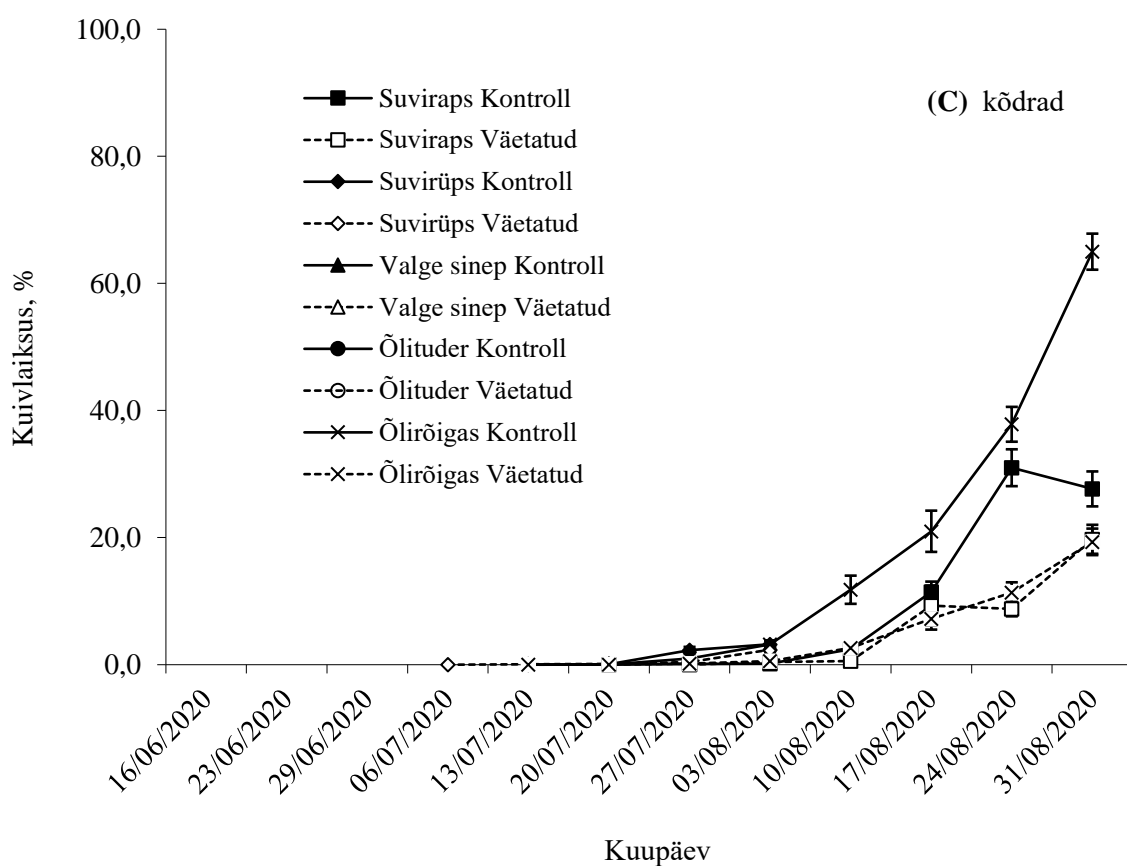


Joonis 10. Ristõieliste õlikultuuride nakatumine kuivlaiksusesse vartel (%) sõltuvalt väetamisest 2020. aastal. Vertikaaljooned tähistavad standardviga (Tukey HSD post-hoc testi, $p = 0,05$).

Kõtrade nakkumine kuivlaiksusesse hakkas ilmne 13. juulil, kui avaldusid esimesed sümptomid suvirüpsi väetamata ja väetatud variandil. Seejärel hakkas kõtrade nakkumine kuivlaiksusesse kasvama, nakatades ka suvirapsi ja õlirõigast. Kõige enam kahjustusid õlirõika kõdrad, kus vaatlusperioodi lõpuks 31. augustil oli kuivlaiksust kõtrade kontroll variandil 65,0% (\pm SE 2,8%) ning väetatud variandil 19,3% (\pm SE 2,1%) ($p > 0,001$) (joonis 11). Kõrgem nakatumine oli ka suvirapsil, kus 24. augustil ulatusid need väetamata taimikul 31,0%-ni (\pm SE 2,9%) ning väetamisel 8,8%-ni (\pm SE 1,2%) (joonis 11). Suvirüpsi kõtradel jäi kuivlaiksuse kahjustus madalaks, olles kontroll variandil 3,2% (\pm SE 0,61%) ja väetatud variandil 2,4% (\pm SE 0,53%). Kuivlaiksusesse ei nakatunud valge sinepi ja õlitudra kõdrad.

Ristõieliste kuivlaiksus on üks tõsisemaid rapsi saagikust ja kvaliteeti langetavaid haigusi kapsanuutri, fomoosi ja valgemädaniku kõrval. Katsest selgus, et 2020. kasvuaasta tingimustes oli neist viiest liigist enim kuivlaiksusele vastuvõtlik õlirõigas ja suviraps. Mõlemal liigil kahjustusid tugevamalt võrreldes teiste liikidega nii lehed, varred kui ka kõdrad. Samas on Eestis teemat vähe uuritud ja seni võib Eesti Taimakasvatuse Instituudis

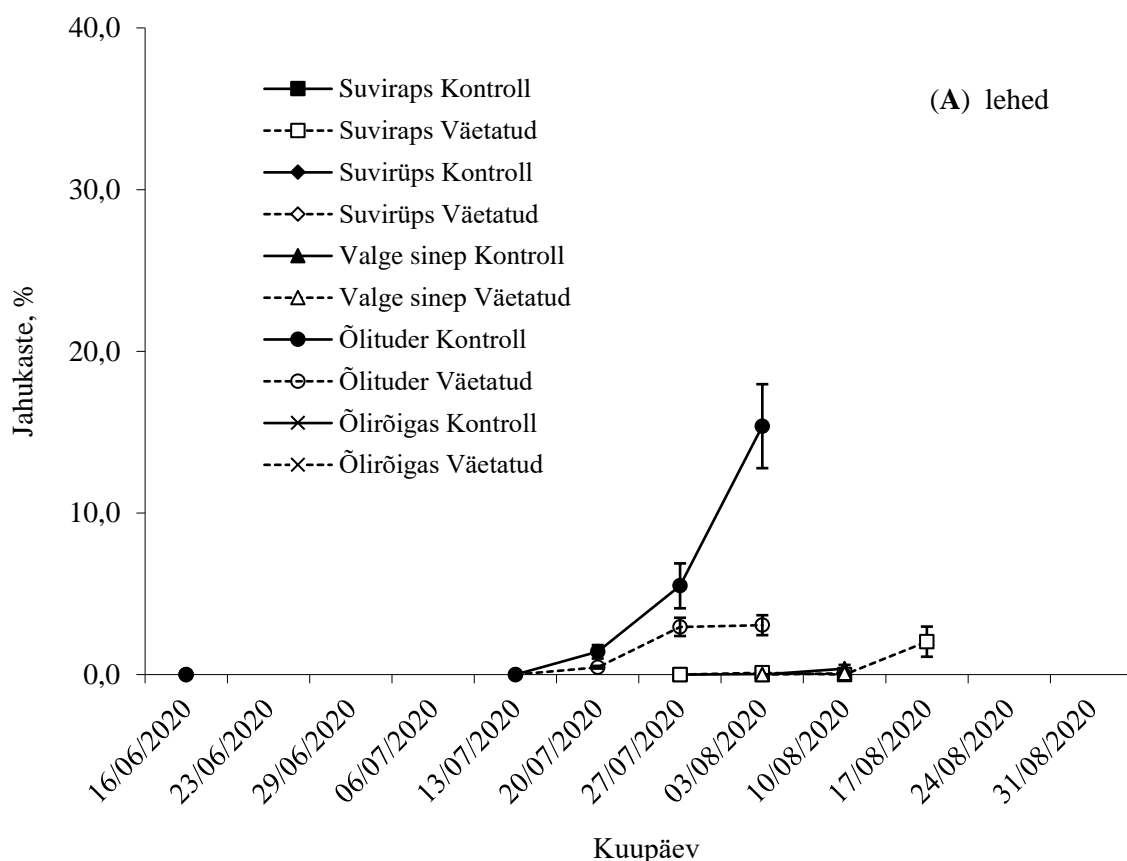
2008-2009 aastatel tehtud katsete põhjal öelda, et kuivlaiksuse kahjustus (kogu taim) talirapsi sordil 'Silva' oli 20-75%, kuid varieerudes sõltuvalt väetusvariandist ja aastast (Veromann *et al.* 2013). Leedus erinevates läbiviidud uuringutes on kuivlaiksus sage ja olulist kahju tekitav haigus nii suvi- kui talirapsil ja suvirüpsil (Brazauskiene ja Petraitiene, 2002; Brazauskiene *et al.* 2011). Kokkuvõttes oli kuivlaiksuse kahjustus minimaalne valge sinepi, suvirüpsi ja õlitudra mõlemal variandil, puududes täielikult õlitudra vartelt ja valgesinepi ja õlitudra kõtradelt.



Joonis 11. Ristõieliste õlikultuuride nakatumine kuivlaiksusesse kõtradelt (%) sõltuvalt väetamisest 2020. aastal. Vertikaaljooned tähistavad standardviga (Tukey HSD post-hoc testi, $p = 0,05$).

Kapsa-jahukaste sümptomid ilmnesisid õlikultuuride katses kõige hiljem. Esimesed kapsa-jahukaste haigustunnused tekkisid alles 20. juulil, tekitades valge kirme õlitudra lehepinnale nii optimaalsel kui ka kontroll variantidel. Sellel perioodil oli ka niiske ja soe ilmastik, mis Paul (2017) andmetel soodustab hästi kapsa-jahukaste arengut. Siiski jäi jahukaste kahjustus

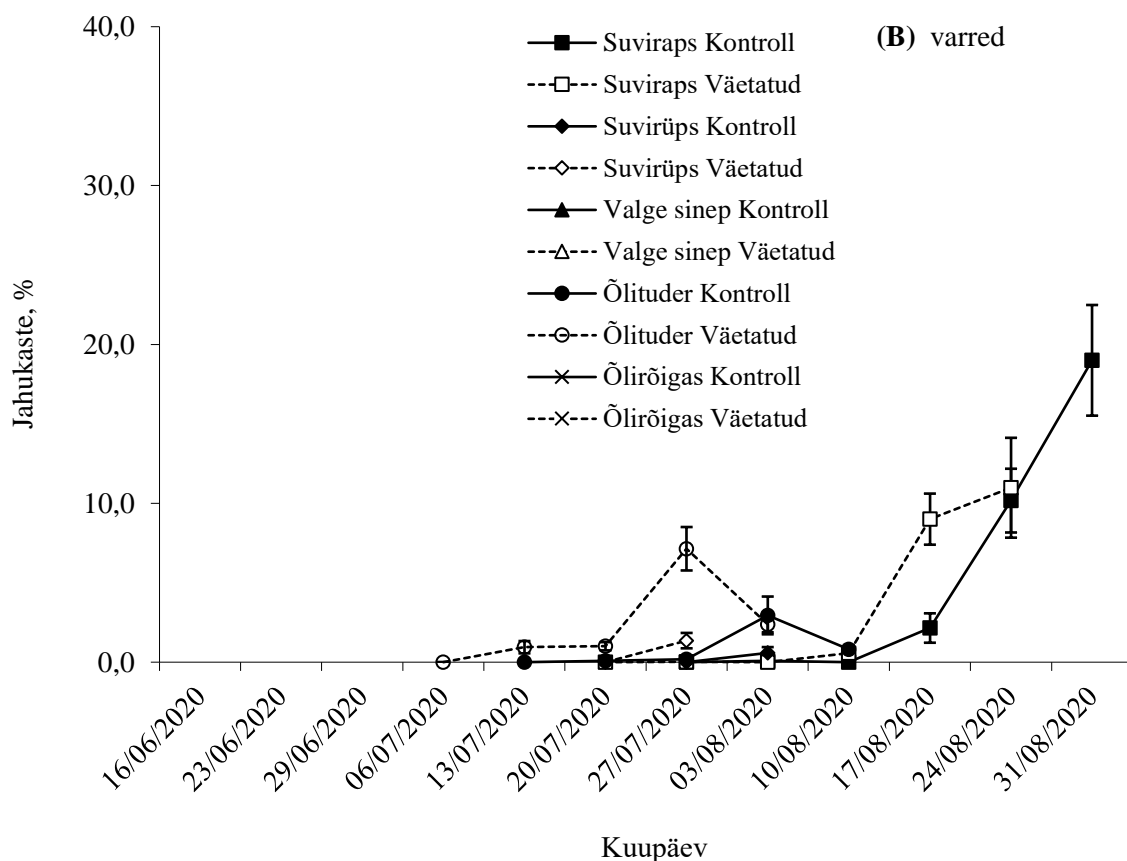
väga madalale tasemele (joonis 12). Õlitudra nakkus lehtedel kulmineerus 3. augustil, kui kontroll variandis oli kahjustus 15,4% (\pm SE 2,6%) ning väetus variandis oli lehtede kahjustus oluliselt väiksem 3,1% (\pm SE 0,6%) ($p < 0,001$) (joonis 12). Kapsa-jahukastesse nakatusid ka suvirapsi ja valge sinepi lehed, kuid seda väga vähesel määral (joonis 12). Kapsa-jahukaste kahjustus puudus suvirüpsi ja õlirõika lehtedel.



Joonis 12. Ristõieliste õlikultuuride nakatumine kapsa-jahukastesse lehtedel (%) sõltuvalt väetamisest 2020. aastal. Vertikaaljooned tähistavad standarddviaga (Tukey HSD post-hoc testi, $p = 0,05$).

Kapsa-jahukaste haigustunnused tekkisid vartele alates 13. juulist, kui õlitudra väetatud variandil oli kahjustust 0,9% (\pm SE 0,4%), kuid kontrolli variandi taimedel ei olnud kapsa-jahukaste laike veel näha (joonis 13). Õlitudra vartel oli kapsa-jahukaste kahjustus kõrgeim 27. juulil, kus see oli väetatud variandis 7,14% (\pm SE 1,37%), samas kontroll variandis oli nakkust vaid 0,18% (\pm SE 0,05%). Esimesed haigustunnused tekkisid suvirapsi ja suvirüpsi väetatud ja väetamata variantide vartele 27. juulil. Suvirüpsil oli 27. juulil väetatud variandil varte kahjustus 1,4% (\pm SE 0,5%), ning kontroll variandil 3. augustil 0,6% (\pm SE 0,4%)

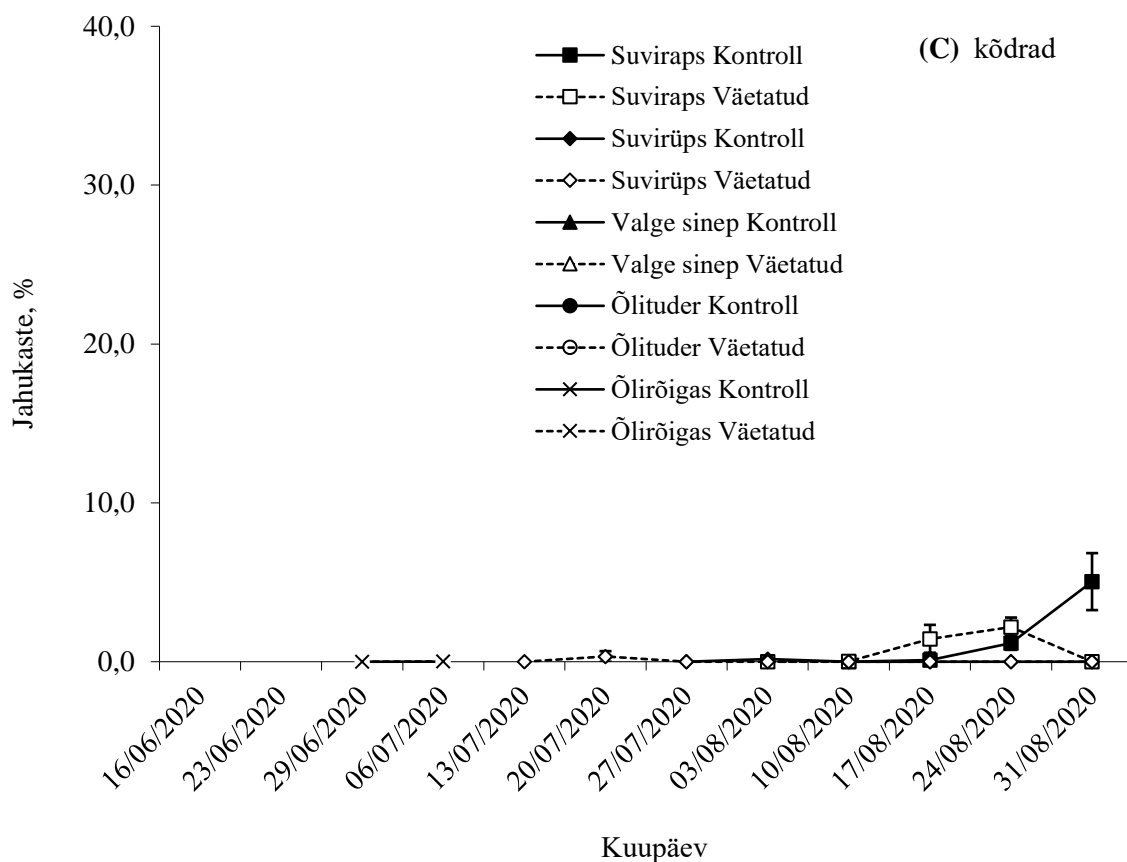
(joonis 13). Suvirapsi kontroll variandi vartel esines kapsa-jahukastet oluliselt rohkem võrreldes teiste katse variantidega, mis oli 31. augustil 19,0% (\pm SE 3,5%) ($p < 0,001$). Samas suvirapsi väetatud variandil sellel ajal enam sümptomeid vartel märgata ei olnud (joonis 13). Kapsa-jahukaste kahjustust ei täheldatud valge sinepi ja õlirõika vartel.



Joonis 13. Ristõieliste õlikultuuride nakatumine kapsa-jahukastesse vartel (%) sõltuvalt väetamisest 2020. aastal. Vertikaaljooned tähistavad standardviga (Tukey HSD post-hoc testi, $p = 0,05$).)

Kapsa-jahukastet esines kõtradel väga minimaalselt, kuid veidi enam leidis seda suvirapsil. Jahukaste kahjustus oli 31. augustil oluliselt kõrgem suvirapsi kontroll variandi kõtradel võrreldes teiste katsevariantidega 5,0% (\pm SE 1,8%). Suvirapsi väetatud variandil oli maksimaalne näit 24. august 2,2% (\pm SE 0,6%), kuid edasi ei arenenud (joonis 14). Suvirüpsil oli kapsa-jahukastet märgata kahel korral väga vähesel määral, väetatud variandil maksimaalselt 0,3% (\pm SE 0,3%). Õlirõika kõtradel esines kapsa-jahukastet äärmiselt vähe, ulatudes väetatud variandis maksimaalselt 0,02%-ni (\pm SE 0,01%) 6. juulil, kuid edaspidi

üldse kadudes (joonis 14). Kapsa-jahukaste kahjustust ei täheldatud valge sinepi ja õlitudra kõtradelt.

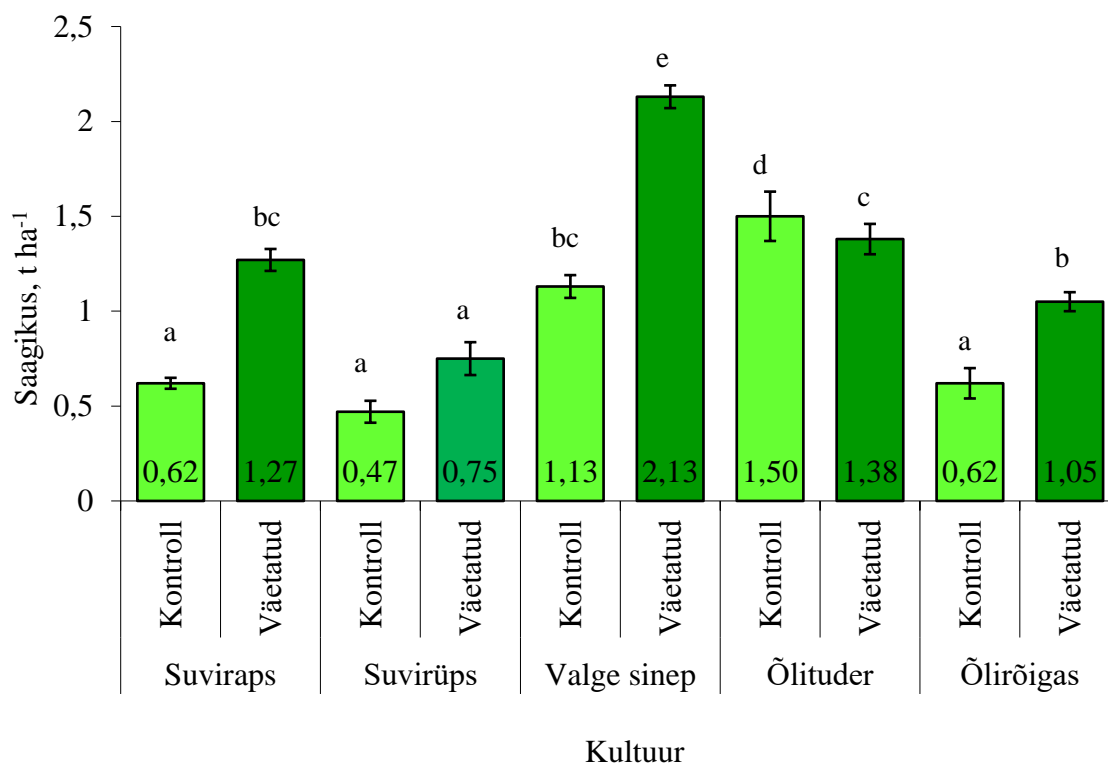


Joonis 14. Ristõieliste õlikultuuride nakatumine kapsa-jahukastesse kõtradelt (%) sõltuvalt väetamisest 2020. aastal. Vertikaaljooned tähistavad standardviga (Tukey HSD post-hoc testi, $p = 0,05$).

Kapsa-jahukastet on varasemalt peetud väheoluliseks haiguseks ristõielistel õlikultuuridel. Siiski on indikatsioone, et haigus on muutumas üha aktuaalsemaks viimastel aastatel, nagu on Mohammed *et al.* (2017) poolt raporteeritud ägedatest haiguspuhangutest Austraalias. Ka puudus enne seda uurimustööd Eestis kapsa-jahukaste alane teave õlikultuuridel. Käesolev bakalaureusetöö näitab, et jahukaste ei kujunenud oluliseks kahjustajaks enamusel katses testitud õlikultuuridel. Siiski võib kapsa-jahukaste osutada oluliseks kahjustajaks soodsamates (niiskem) tingimustes eriti just kahel õlikultuuril, suvirapsil ja õlitudral. Austraalia uuringutes selgus, et kapsa-jahukastet talirapsidel esines vähem talveperioodil, kui temperatuur oli madalam ning temperatuuri tõustes kevadel hakkas haigus muutuma agressiivsemaks (Uloth *et al.* 2018). See annab kinnitust, et kapsa-jahukaste levib siiski

soojemates tingimustes. Ka antud katses hakkasid taimed kapsa-jahukastesse nakatuma soojadel temperatuuridel ning kõrgema õhuniiskusega.

Antud katses mõõdeti ka saagikust, et saada kinnitust, kas haigused ning väetamine mõjutavad saagikust. Saagikus oli usutavalt kõrgem väetatud variantidel, kuid välja arvatud õlitudel, mille saagikus oli kontroll variandil kõrgem (joonis 15). Kõige saagikamaks osutus valge sinepi väetatud variant saagikusega $2,13 \text{ t ha}^{-1}$ ($\pm \text{SE } 0,06\%$), olles oluliselt kõrgem ($p < 0,001$) kõigist teistest katses olnud variantidest (joonis 15). Väetatud variantidest olid kõrgema saaginäitajatega ka õlituder ($1,38 \text{ t ha}^{-1}$) ($\pm \text{SE } 0,08\%$) ja suviraps ($1,27 \text{ t ha}^{-1}$) ($\pm \text{SE } 0,06\%$) (joonis 15). Väetamata kultuuride kõrgema saagi moodustasid valge sinep ($1,13 \text{ t ha}^{-1}$) ($\pm \text{SE } 0,06\%$) ja õlituder ($1,38 \text{ t ha}^{-1}$) ($\pm \text{SE } 0,08\%$). Vähem saagikamad kultuurid (nii väetamata kui ka väetatud variant) olid suvirüps ($0,47 \text{ t ha}^{-1} / 0,75 \text{ t ha}^{-1}$) ($\pm \text{SE } 0,06\% / \pm \text{SE } 0,09\%$) ning õlirõigas ($0,62 \text{ t ha}^{-1} / 1,05 \text{ t ha}^{-1}$) ($\pm \text{SE } 0,08\% / \pm \text{SE } 0,05\%$) (joonis 15). Õlirõika saagikust võis alandada kuivlaikus, mis võib tekitada ulatusliku saagikao, eriti kui nakkus on olnud agressiivne kõtrade moodustumise faasis (Brazauskiene ja Petraitiene 2004).



Joonis 15. Väetamise mõju erinevate ristõieliste õlikultuuride saagikusele (%) 2020. aastal. Vertikaaljooned tähistavad standardviga (Tukey HSD post-hoc testi, $p = 0,05$), erinevad tähed näitavad statistilisi erinevusi.

Lähtudes Statistikaameti saagikuse andmetest oli Eestis 2019. aasta rapsi ja sealhulgas rüpsi keskmiseks saagikuseks $2,6 \text{ t ha}^{-1}$ (Põllumajanduse, kalanduse ja toiduainetööstuse...). Antud katse suvirapsi keskmine saagikus kontrollvariandil oli $0,62 \text{ t ha}^{-1}$ ning väetatud variandil $1,27 \text{ t ha}^{-1}$, suvirüpsil $0,47 \text{ t ha}^{-1}$ ning $0,75 \text{ t ha}^{-1}$. Seega ei olnud need tulemused Eesti keskmisega võrreldavad, vaidunduvalt madalamad. Põhjuseks võivad olla erinevad kasvutingimused ning kahjurite levik. Ülemaailmselt valge sinepi keskmine saagikus ulatub $0,7\text{--}0,9 \text{ t ha}^{-1}$ (Mitrović *et al.* 2020), seega katses saadus sinepi saagikus oliunduvalt kõrgem, ulatudes $2,13 \text{ t ha}^{-1}$ (väetatud). Õlitudra saagivõimekus on keskmiselt $1,0\text{--}1,3 \text{ t ha}^{-1}$ (Õlituder...), mis on sarnane käesoleva katse tulemustega, kus saagikus varieerus $1,38\text{--}1,5 \text{ t ha}^{-1}$ (vastavalt väetatud ja väetamata katselappidel). 2019. aastal tehtud katses oli õlirõika saagikus väetatud variandil $1,2 \text{ t ha}^{-1}$ (Paomees 2020), mis ühtib selle katse raames saadud saagiga $1,05 \text{ t ha}^{-1}$. Katseaastal esines katselappidel palju kahjureid (maakirp, hiilamardikas) ning ilmastikutingimused olid soodsad patogeenide levikuks, mis võisid oluliselt mõjutada keskmist saagikust. Kõrgema saagikusega olid suviraps, valge sinep ning õlituder.

Antud töös püstitatud hüpotees: väetatud taimed on haigustele vähem vastuvõtlikumad ja saagikamad kui väetamata taimed, pidas paika osaliselt. Väetatud taimed olid üldjuhul küll rohkem tervemad, kuid ebajahukaste nakatas suvirüpsi väetatud taimiku lehestikku oluliselt rohkem, võrreldes kontrollvariandi taimedega (joonis 7). Ka olid vastuvõtlikumad jahukastele õlitudra väetatud taimede varred ning väga vähesel määral suvirapsi väetatud taimede lehed. Lisaks oli saagikuselt kõrgem õlitudra väetamata variant, teistel kultuuridel andsid märgatavalt suurema saagi väetatud katsevariandi taimed (joonis 16). Teine hüpotees: suvirapsile ja suvirüpsile võib leiduda alternatiive, mis võiksid olla haigustele vastupidavamad ja samal ajal saagikamad, pidas paika. Valge sinep ja õlituder olid tervemad kui suviraps ja suvirüps. Õlirõika puuduseks oli katseaja lõpus tugev lamandumine, mis oli põhjustatud jõulisest vegetatiivsest kasvust. Mõlema katsevariandi katselapid olid lõpuhindamistel tugevalt lamandunud, mistõttu muutus hindamine keerukaks (joonis 16). Suvirapsi- ja rüpsi saagikadu võisid põhjustada naeri-hiilamardikad, kelle tekitatud kahju pungades näha oli ning selle tagajärjel jäid kõdrad arenemata. Ka 2018. aasta katsest naeri-hiilamardikatega selgus, et naeri-hiilamardikad paljunevad kõige meelsamini suvirüpsil, sest suvirüpsi kiire areng meelitab nad oma õiepungadesse paljunema (Jansen *et al.* 2020).



Joonis 16. Lamandunud õlirõigas; foto: Eve Runno-Paurson.

Võib järeldada, et kõige suuremat kahju antud katses tekitas ristõieliste kuivlaiksus väetamata taimedel. Samamoodi leiti Jõgeva Taimekaitse Instituudis tehtud katses, et kuivlaiksusele olid vastupidavamad need taimed, mis olid saanud täiendavat lämmastikväetist (Veromann *et al.* 2013). Antud katses märgiti kuivlaiksuse sümptomeid kõige rohkem 31. augustil nii vartel (õlirõika kontroll) (joonis 9) kui ka kõtradel (õlirõika kontroll) (joonis 11) ning lehtedel 17. august (õlirõika kontroll) (joonis 10). Keskmiseks temperatuuriks oli sel ajal augusti I dekaadil 18,4°C ja augusti III dekaadil 15,4°C. Ning keskmised sademed augusti I dekaadil 10,6 mm ja augusti III dekaadil 47 mm (joonis 6). Kirjanduse alusel on kuivlaiksuse nakkuse intensiivseks arenemiseks vajalik soe õhutemperatuur 17-25°C ning kõrge õhuniiskus (Koike *et al.* 2006), mis kinnitas, et nendel perioodidel olid head tingimused kuivlaiksuse arenemiseks. Ka ebajahukaste tekitas taimede lehtedele suuremaid kahjustusi, eriti suvirüpsi väetatud taimikul (joonis 7). Ka varasemas Eerika katses (2010-2011) leiti, et ebajahukaste ei ole ristõielistel ebaoluline haigus, millele ei tuleks tähelepanu pöörata, vaid vastupidi, see kahjustas ka selles katses oluliselt ristõieliste õlikultuuride, k.a. suvirüpsi taimiku lehepinda (Runno-Paurson *et al.* 2020a,b).

KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli välja selgitada, kas suvirüpsile ja suvirapsile leidub alternatiive, millel on suurem saagi potentsiaal ning vähem riski haigestumiseks. 2020. aastal teostatud katses analüüsiti viite erinevat ristõielist põllukultuuri: suvirapsi 'Kaldera', suvirüpsi 'Cordelia', valget sinepit 'Braco', õlitutra 'Ligena' ja õlirõigast 'Bille'. Väetatud taimikul kasutati NPK(S)17-4,5-10 väetist normiga 100 kg ha⁻¹ lämmastikku. Antud töös analüüsiti ka katseaasta ilmastikku, et kirjeldada milliste ilmastiku olude puhul katses esinenud haigused kõige tugevamalt avaldusid.

Töös püstitati kaks hüpoteesi. Esimeseks hüpoteesiks oli: väetatud taimed on haigustele vähem vastuvõtlikumad ning saagikamad kui väetamata taimed, pidas paika osaliselt. Selgus, et ebajahukaste kahjustas märgatavalt rohkem suvirüpsi väetatud taimede lehestikku. Jahukaste kahjustused ei olnud küll suured, kuid siiski õlitudra väetatud taimiku varred ning suvirapsi väetatud taimiku lehed olid haigemad kui väetamata taimiku lehed. Samas olid teiste võrreldavate kultuuride väetamata variandid siiski haigemad. Saagikuselt olid kõrgemad väetatud taimikute variandid, välja arvatud õlitudra, mille väetamata variant kandis suuremat saaki (1,5 t ha⁻¹).

Teiseks hüpoteesiks oli: suvirüpsile ja suvirapsile võib leida alternatiive, mis võiksid olla haiguskindlamad ja saagikamad, antud väide pidas paika. Õlituder ja valge sinep olid hea saagikusega (1,5 t ha⁻¹; 2,13 t ha⁻¹) ning haigustele vähem vastuvõtlikumad, mõlemad kultuurid andsid ka arvestatavat saaki, samuti oli õlirõigas keskpärase saagikusega, kuid väga vastuvõtlik kuivlaiksusele ning esines tugevat lamandumist.

Haigustest tekitasid rohkem kahju ebajahukaste ning kuivlaiksus. Mõlemale olid katseperioodi ilmastikutingimused arenguks hästi sobivad. Jahukaste arenes väiksemal määral.

Kuna tegemist on vaid ühe aasta katseandmetega, siis vajab käesolev teema kindlasti edaspidist uurimist.

SUMMARY

The aim of this bachelor's thesis was to identify, if there are any alternative cruciferous cultures in Estonia to main crops spring oilseed rape and spring turnip rape, what may be more productive and less susceptible for diseases? In 2020 created research analysed five different cultures: spring oilseed rape 'Kaldera', spring turnip rape 'Cordelia', white mustard 'Braco', camelina 'Ligena', and oilseed radish 'Bille'. On fertilized plants was used NPK(S) 17-4,5-10 fertilizer with rate 100 kg ha⁻¹ nitrogen. In this study was analysed also growing period weather conditions and discussed in which weather conditions occurred diseases found the most.

In this study formulated two hypothesis to purpose the results. The first hypothesis was: fertilized plants are more resistant to diseases and more productive than unfertilized plants, however this hypothesis was only partly supported. It turned out that downy mildew damaged significantly more fertilized spring turnip rape leaves. Powdery mildew damages were quite minor, but still optimally fertilized camelina stems and spring oilseed rape leaves were more infected than unfertilized plants leaves. Other comparable cultures control versions were more infected than optimally fertilized. Yields were higher on fertilized plants, except for camelina, which unfertilized version gave significantly higher yield (1,5 t ha⁻¹).

The second hypothesis was: spring oilseed rapes and spring turnip rape may have alternative cultures which may be more resistant to infections and have higher yields, was supported. Camelina and white mustard were with good yields (1,5 t ha⁻¹; 2,13 t ha⁻¹) and more resistant to diseases, both of the cultures gave good yields, also oilseed radish was with good yield, but on the negative side infected to dark leaf spot and had lodged.

Diseases that caused more damages were downy mildew and dark leaf spot. Both were having good weather conditions to grow. Powdery mildew infected less.

This research gave valuable information for scientists and farmers. However, consist only one year data, thus present topic needs certainly further investigations.

KASUTATUD KIRJANDUS

Agrolipta. Cordelia. [veebileht]

<http://www.agrolitpa.lt/Product/e-shop/8/CORDELIA2/> (26.11.2020)

Annuk, T. (2019). Peremehe parem käsi : Hüval nõul käib kasu kannul. Viljandi: Scandagra Eesti. 461 lk.

Bankina, B., Gaile, Z., Balodis, O., Paura, L., Kokina, I. (2012). Possibilities for integrated control of winter oilseed rape diseases in Latvia. EPPO Bulletin 42 (3), pp. 560-567.

Biannual report on global food markets 2020. (2020). Rooma: FAO.

<http://www.fao.org/3/ca9509en/ca9509en.pdf> (26.11.2020)

Bolton, M. D., Thomma B. P. H. J., Nelson B. D. Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary : biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. – *Molecular plant pathology*. Vol. 7, No. 1, pp. 1-11. Deckers, J.A., Friessen, P., Nachtergaele, F.O.F., Spaargaren, O. 2002. World reference base for soil resources in a nutshell. In Micheli, E., Nachtergaele, F.O., Jones, R.J.A., Montanarella, L. (eds.): Soil Classification 2001. – European Soil Bureau Research Report No. 7, EUR 20398 EN: pp. 173–181.

Brazauskienė I, Petraitiene E. (2002). Dark leaf and pod spot (*Alternaria brassicae*) on oilseeds *Brassica napus* in Lithuania. Plant Prot Sci. 38(2):384–387.

Brazauskienė I, Petraitiene E. (2004). Effects of fungicide application timing on the incidence and severity of *Alternaria* blight (*Alternaria brassicae*) and on the productivity of spring oilseed rape (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* annua Metzg.). Agron Res. 2(2):121–133.

Brazauskienė I, Petraitiene E, Brazauskas G, Semaškiene R. (2011). Medium-term trends in dark leaf and pod spot epidemics in *Brassica rapa* in Lithuania. J Plant Dis Prot. 118:197–207.

EPPO Bulletin. 2003. Efficacy evaluation of fungicides: Root, stem, foliar and pod diseases of rape. – EPPO Bulletin 33, 25–32.

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. 2016. "White mustard" - Encyclopedia Britannica, <https://www.britannica.com/plant/white-mustard>. Accessed 4 Feb 2021

Fitt B. D. L., Brun H., Barbetti M. J., Rimmer S. R. (2006). World-wide importance of phoma stem canker (*Leptosphaeria maculans* and *L. biglobosa*) on oilseed rape (*Brassica napus*).- *European Journal of Plant pathology*. Vol 114, No 1, pp. 3-4.

Francis, A., Warwick, S. I. (2009). The Biology of Canadian Weeds. 142. *Camelina alyssum* (Mill.) Thell.; *C. microcarpa* Andr. ex DC.; *C. sativa* (L.) Crantz. - *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 89, No. 4, pp. 791-810.

Gugel, R. K., Falk, K. C. (2006). Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. - *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 86, No. 4, pp. 1047-1058.

Gugel, R. K., Falk, K. C. (2006). Agronomic and seed quality evaluation of *Camelina sativa* in western Canada. - *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 86, No. 4, pp. 1047-1058

Gutiérrez, R. M. P., Perez, R. L. (2004). *Raphanus sativus* (Radish): Their Chemistry and Biology. - *The Scientific World Journal*. Vol. 4, pp. 811-837.

Handbook of Energy Crops. (1983). /Ed. J. A. Duke. Purdue University: Center of New Crops & Plant Products. [on-line] (05.10.2020)

* **Hong, C. X., Fitt, B. D. L. (1995).** Effects of inoculum concentration, leaf age and wetness period on the development of dark leaf and pod spot (*Alternaria brassicae*) on oilseed rape (*Brassica napus*). – *Annals of Applied Biology*, Vol. 127, No. 2, pp. 283-295, viidatud: Dark Leaf and Pod Spot (*Alternaria brassicae*) on Oilseeds (*Brassica napus*) in Lithuania. 2002. Lithuania: Lithuanian Institute of Agriculture, lk 384 vahendusel.

Illumäe, E. (2013). Talirapsi kasvatamine. <https://www.digar.ee/arhiiv/et/raamatud/22032>. Accessed 15 Oct 2020.

Jansen, P., Metspalu, L., Ploomi, A., Jõgar, K. (2020). Hiilamardikad ristõielistel õlikultuuridel. – *Agronoomia* 2020. 120-135.

Johansson, A., Goud, J. K. C., Dixelius, C. (2006). Plant Host Range of *Verticillium longisporum* and *Microsclerotia Density* in Swedish Soils. – *European Journal of Plant Pathology*. Vol. 114, No. 2, pp. 139-149.

Joordens Zaden. Oil seed radish. [veebileht]

<https://www.joordens.com/en/cover-crops/oil-seed-radish/> (26.10.2020)

Järvan, M. (2007). Soovitusi põllukultuuride kasvatajatele.

https://www.etki.ee/images/eria/raamatud/Soovitusi_pollukultuuride_kasvatajatele.pdf. Accessed 5 May 2021.

Kaarli Talu. Tuder ja tudraõli. [veebileht]

<https://www.kaarlitalu.ee/wp-content/uploads/2017/01/Mis-asi-see-tuder-on.pdf> (6.10.2020)

Kaarli, K. (2003). Õlikultuuride kasvataja käsiraamat. Saku: Eesti Maaviljeluse Instituut. 130 lk.

Kaczmarek, J., Jedryczka, M. (2011). Characterization of two coexisting pathogen populations of *Leptosphaeria spp.*, the cause of stem canker of *brassicas*.- *Acta Agrobotanica*. Vol. 64, No. 2, pp 5.

Kageyama, K., Asano, T. (2009). Life Cycle of *Plasmodiophora brassicae*. – *J Plant Growth Regul* . Vol. 28, No. 203, pp. 203-206.

Koike ST, Gladders P, Paulus AO. (2006). Vegetable diseases: A colour handbook. London: CRC Press; p. 448.

Laikoja, K., Vetemaa, A., Viir, M., Assi, K., Rajasalu, P., Tamm, I., Tupits, I., Tamm, Ü., Koppel, R., Ingver, A., Narits, L., Pärn, E. (2013). Abiks põllumajandussaaduste väikekäitlejale III osa Tera- ja kaunviljade ning õlikultuuride töötlemine. /Toim. A. Vetemaa. Tartu: Eesti Mahepõllumajanduse Sihtasutus.

https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/6163/Juhendmaterjal_teravili_2019_veebi.pdf?sequence=1&isAllowed=y (23.11.2020)

Leckie, D., Cogan, N., Astley, D., Crute, I. R., Boukema, I., Santos, M., Bahcevandziev, K., Silva-Dias, J., Monteiro, A.A. (1998). Differential resistance to *Peronospora parasitica* and *Albugo candida* in *Brassica oleracea*.- *Acta Horticulturae*. Vol. 459, No. 42, pp. 357.

Mailer, R.J. (2004). Oilseeds, Overview. - *Encyclopedia of Grain Science*. Vol.2, pp. 380-386.

Mert-Türk, F., Gül, M.K., Egesel C.Ö. (2008). Nitrogen and fungicide applications against *Erysiphe cruciferarum* affect quality components of oilseed rape.- *Mycopathologia*. Vol. 165, No. 1, pp 27-28.

MES nõuande teenistus. Õlituder. [veebileht]

<https://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/olikultuurid-ja-kiukultuurid/olituder/> (26.10.2020)

Miljan, A. (1947). Õlitaime kasvatamine : sinep, magun, raps. Tartu: Teaduslik Kirjandus. 39 lk.

Mitrović, P.M., Stamenković, O.S., Banković-Ilić, I., Djalović, I.G., Nježić, Z.B., Farooq, M., Siddique, K.H.M., Veljković, V.B. (2020). White Mustard (*Sinapis alba* L.) Oil in Biodiesel Production: A Review. – *Frontiers in Plant Science*.

Mohammed, A.E., You, M.P., Barbetti, M.J. (2017). New resistances offer opportunity for effective management of the downy mildew (*Hyaloperonospora parasitica*) threat to canola. Crop & Pasture Science 68, pp. 234-242.

Mustards in Mustards. (2000). /Callihan, B., Brennan, J., Miller, T., Brown, J., Moore, M. University of Idaho: Cooperative Extension System. [on-line] (19.10.2020).

Ngouajio M., Mutch R. (2004). Oilseed Radish: A New Cover Crop for Michigan. – *Michigan State University*, Extension Bulletin E 2907, Michigan

Oilseed rape. (1980). United Kingdom: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 26 lk.

Paomees, K. (2020). Väetamise mõju ristõieliste õlikultuuride saagikusele ja saagistruktuuri elementidele. 36 lk.

Paul, V. H. (2017). Raps : haigused, kahjurid, umbrohud. Šiauliai: Rapool-Ring. 200 lk.

Petrauskas, E. (2012). Mikroelemendid. Taimede juureväline väetamine. Tartu: Tartumaa Põllumeeste Liit. 60 lk.

Petraitiene, E. (2006). Major fungal diseases of oilseed rape (*Brassica napus*) in Lithuania. International Consultative Group for Research on Rapeseed. Bulletin no 23, pp. 1-6.

Põllukultuuride saak ja kvaliteet sõltuvalt agrotehnikast. /E. Akk., A. Hansson., E. Ilumäe., M. Järvan., K. Paalman. Saku: Eesti Maaviljeluse Instituut. [on-line] (6.10.2020)

Põllumajanduse, kalanduse ja toiduainetööstuse ülevaade 2019.(2019). Maaeluministeerium.

<https://www.agri.ee/sites/default/files/content/ylevaated/ulevaade-pokat-2019-02.pdf>

Rapool. Kaldera. [veebileht]

<https://www.rapool.ee/index.cfm/action/varieties/c/8/var/45.html>

Raymer, P.L. (2002). Canola: An Emerging Oilseed Crop. Trends in new crops and new uses. J. Janickand A. Whipkey (eds.). ASHS Press, Alexandria, VA. Available <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/pdf/raymer.pdf> [accessed 19.10.2020]

Reintam, E., Köster, T. (2006). The role of chemical indicators to correlate some Estonian soils with WRB and soil taxonomy criteria. – Geoderma 136 (1), 199–209.

Riis, M., Karise, R. (2015). Mesilaste korjetaimed ja taimede tolmeldamine mesilaste abil. – *Eesti Mesinike Liit, Tallinn*. [on-line] (04.02.2021)

Runno-Paurson, E., Lääniste, P., Eremeev, V., Niinemets, Ü., Metspalu, L. (2020a). Ebajahukaste ristõielistel õlikultuuridel. – *Agronoomia* 2020. 191-195.

Runno-Paurson, E., Lääniste, P., Eremeev, V., Kaurilind, E., Hõrak, H., Niinemets, Ü., Metspalu, L. (2020b). Evaluation of downy mildew (*Hyaloperonospora brassicae*) infection severity on different cruciferous oilseed crops. Proceeding of the 9th International Scientific Conference Rural Development 2019 Ed. Raupeliene Asta. Kaunas: Agriculture Academy of Vytautas Magnus University, 329-335. Doi 10.15544/RD.2019.047.

Sclerotinia disease. (1982). United Kingdom: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 8 lk.

Sooväli, P., Koppel, M., Tarang, T. (2011). Taimehaigused : abiks teravilja ning rapsi haiguste määramisel. Jõgeva: Jõgeva Sordiareetuse Instituut. 70 lk.

Sundermeier, A. (2008). Oilseed Radish Cover Crop. - *Ohio State University*, Extension Fact Sheet SAG- 5, Columbus.

Zubr, J. (1997). Oil-seed crop: Camelina sativa. – *Industrial Crops and Products*. Vol. 6, No. 2, pp. 113-119.

Zubr, J. (1997). Oil-seed crop: Camelina sativa. – *Industrial Crops and Products*. Vol. 6, No. 2, pp. 113-119.

Talgre, L., Luik, A. (2018). Haljasväetis- mullaviljakuse parandaja. Tartu: Eesti Maaülikool. 26 lk.

Talgre, L., Luik, A. (2018). Haljasväetis- mullaviljakuse parandaja. Tartu: Eesti Maaülikool. 26 lk.

Uloth, M.B., You, M.P., Barbetti, M.J. (2018). Plant age and ambient temperature: significant drivers for powdery mildew (*Erysiphe cruciferarum*) epidemics on oilseed rape (*Brassica napus*).- *Plant Pathology*. Vol. 67, No 2. pp. 445.

Van de Wouw, A.P., Idnurm, A., Davidson, J.A., Sprague, S.J., Khangura, R. K., Ware, A.H., Lindbeck, K.D., Marcroft, S.J. (2016). Fungal diseases of canola in Australia: identification of trends, threats and potential therapies. *Australasian Plant Pathology* 45, pp. 415-423.

Veromann, E., Toome, M., Kännaste, A., Kaasik, R., Copolovici, L., Flink, J., Kovács, G., Narits, L., Luik, A., Niinemets, Ü. (2013). Effects of nitrogen fertilization on insect pests, their parasitoids, plant diseases and volatile organic compounds in *Brassica napus*. – *Crop Protection*. Vol. 43, pp. 79-88.

Weil, R.R., Lawley, Y., White, C. (2009). Forage radish: A New Multi-Purpose Cover Crop for the Mid-Atlantic - *University of Maryland Cooperative Extension College Park, Fact Sheet*. Vol. 824.

Yara, 2020a. Boori tähtsus rapsikasvatuses. [veebileht]

<https://www.yara.ee/kultuurtaimed/raps/fakte-rapsist/boori-tahtsus-rapsikasvatuses/> (26.10.2020)

Yara, 2020b. Rapsi väetamisstrateegiad. [veebileht]

<https://www.yara.ee/kultuurtaimed/raps/fakte-rapsist/rapsi-vaetamisstrateegiad/> (26.10.2020)

Yara, 2020c. Rapsi toitainete vajadus. [veebileht]

<https://www.yara.ee/kultuurtaimed/raps/fakte-rapsist/rapsi-toitainete-vajadus/> (26.10.2020)

Yara, 2020d. Lämmastiku tähtsus rapsikasvatuses. [veebileht]

<https://www.yara.ee/kultuurtaimed/raps/fakte-rapsist/lammastiku-tahtsus-rapsikasvatuses/>
(26.10.2020)

Yara, 2020e. Kaaliumi tähtsus rapsikasvatuses. [veebileht]

<https://www.yara.ee/kultuurtaimed/raps/fakte-rapsist/kaaliumi-tahtsus-rapsikasvatuses/>
(26.10.2020)

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, **Hanna-Stiina Pettai**,

sünniaeg **06.03.1999**

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Ristõieliste õlikultuuride haigused sõltuvalt liigist ja väetamisest,

mille juhendajad on **Eve Runno-Paurson PhD, Peeter Lääniste MSc,**

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____

(allkiri)

Tartu,

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Eve Runno-Paurson

(juhendaja nimi ja allkiri)

(17.05.2021)

Peeter Lääniste

(juhendaja nimi ja allkiri)

(17.05.2021)